

## MILIEU-EFFECTRAPPORT

UITBREIDING

GRONDWATERWINNING

PIDPA

BRECHT

LOENHOUT

(draft)

september 1991

TGO 89/08

Universitaire Instelling Antwerpen  
Departement Biologie

Opdrachtgever:

Provinciale en Intercommunale Drinkwatermaatschappij  
der Provincie Antwerpen

## INHOUD

### Voorwoord

### DEEL I : Projektbeschrijving, inhoud en methodologie van dit M.E.R.

1. <u>Beschrijving van het projekt.</u>	1
1.1. Algemene definiëring van het projekt.	1
1.2. Algemene doelstelling en verantwoording van het projekt.	1
1.3. Concrete beschrijving van het projekt.	2
1.4. Vooropgestelde bedrijfsmatige randvoorwaarden.	3
1.5. De lokatiemogelijkheden voor de uitbreiding van de grondwaterwinning.	4
2. <u>Toetsing van het projekt aan de M.E.R.- plicht.</u>	5
2.1. Vergelijking met de wettelijke voorschriften.	5
2.2. Werkingssfeer van het M.E.R.	6
3. <u>Inhoud en methodologie van het M.E.R.</u>	7
3.1. De wettelijke regels.	7
3.2. Globale analyse van het projekt naar milieu-effecten.	7
3.2.1. Inleiding.	7
3.2.2. Omschrijving van het begrip 'milieu' in dit M.E.R.	8
3.3. Voorgestelde inhoud van dit M.E.R.	9
3.4. Algemene methodologie.	9
4. <u>Beschrijving van de alternatieven.</u>	11
4.1. De onderzochte alternatieven.	11
4.2. Milieu-effectverzachtende maatregelen.	13
5. <u>Het tewerkstellings- en investeringsrapport.</u>	13

### DEEL II : Beschrijving van het studiegebied : het Groot Schietveld (Brecht-Brasschaat) en omgeving.

1. <u>Landschapsecologische beschrijving van het studiegebied.</u>	15
1.1. Abiotische kenmerken.	15
1.1.1. Reliëf.	15
1.1.2. Hydrografie.	15
1.1.3. Bodemgesteldheid.	17
1.2. Algemene beschrijving van de aanwezige ekotopen en hun relaties.	19
1.2.1. Inleiding.	19

1.2.2. Biologisch zeer waardevolle gebieden.	18
1.2.3. Biologisch waardevolle gebieden.	19
1.2.4. Biologisch minder waardevolle gebieden.	20
1.3. Het grondgebruik (occupatiepatroon).	20
<u>2. Natuurhistorisch en ecologisch belang van het Groot Schietveld.</u>	21
2.1. Historisch kader.	21
2.1.1. Algemene geschiedenis van het Groot Schietveld.	21
2.1.2. Kultuurgeschiedenis.	21
2.2. Karakteristieken van de aanwezige ekotopen: waardering.	22
2.2.1. Flora	22
2.2.2. Fauna.	23
2.3. Bedreigingen.	27

### DEEL III : Milieu-effectvoorspelling.

1. Effecten op het abiotisch milieu: water, bodem, lucht, geluid en trillingen.	29
1.1. Inleiding.	29
1.2. Synthese van de effecten op de waterhuishouding.	29
1.2.1. Reikwijdte van het studiegebied.	31
1.2.2. Methodologie.	31
1.2.3. Afstemming van het onderzoek naar waterhuishouding en biotisch milieu.	32
1.3. Beschrijving van de waterhuishouding in de referentiesituatie.	34
1.4. Beschrijving van de waterhuishouding in de huidige situatie.	35
1.4.1. Huidige situatie.	35
1.4.2. Vergunde situatie.	36
1.5. Beschrijving van de waterhuishouding bij de geplande uitbreiding voor grondwaterwinning.	36
<u>2. Effecten op het biotisch milieu : fauna - flora.</u>	37
2.1. Inleiding.	37
2.2. Methodologie.	37
2.2.1. Afbakening van het onderzoeksgebied.	37
2.2.2. Ecohydrologische beschrijving.	37
2.2.3. Ingrijp-effectvoorspelling.	37
2.2.4. Evaluatie.	45
2.2.5. Alternatieven.	45
2.3. Aanduiding en beschrijving van de aandachtsgebieden en de lokatie-alternatieven.	46
2.3.1. Definitie en verantwoording van de aandachtsgebieden.	46
2.3.1.1. Het aandachtsgebied 'Marum'.	46
2.3.1.2. Het aandachtsgebied 'Vossegat'.	47
2.3.1.3. Het aandachtsgebied 'Moerken'.	47
2.3.1.4. De lokatie-alternatieven in de zone 'Schietstand'.	47
2.3.1.5. De lokatie-alternatieven in de zone 'Loenhout'.	47

2.4. Ecohydrologische beschrijving van de aandachtsgebieden en de lokatie-alternatieven	
In de huidige situatie.	48
2.4.1. Marum.	48
2.4.2. Vossegat.	49
2.4.3. Moerken.	50
2.4.4. De zone Schietstand.	52
2.4.4.1. Vennen.	52
2.4.4.2. Natte heldevegetaties.	52
2.4.4.3. Brandgracht.	53
2.4.4.4. Brandweg.	53
2.4.5. De zone Loenhout.	53
2.5. Kwetsbaarheid t.a.v. grondwaterpeildalingen van de aandachtsgebieden.	54
2.5.1. Marum.	55
2.5.2. Vossegat.	56
2.5.3. Moerken.	56
2.5.4. Schietstand.	56
2.5.5. Loenhout.	57
2.6. Primaire effecten: veranderingen van waterafhankelijke ekotopen.	57
2.6.1. Inleiding.	57
2.6.2. Voorspelling van de primaire effecten van waterpeildalingen op de voorkomende vegetaties.	58
2.6.2.1. Literatuurgegevens.	58
2.6.2.2. Analyse m.b.v. het WAFLO-model.	59
2.6.3. Voorspelling van de primaire effecten van waterpeildalingen op de voorkomende fauna-elementen.	63
2.7. Secundaire effecten: gevolgen van de veranderingen van waterafhankelijke ekotopen.	63
<u>3. Effecten op het menselijk milieu</u>	
3.1. Inleiding	65
3.2. Landbouw	65
3.2.1. Inleiding	65
3.2.2. Bodemparameters	66
3.2.2.1. Samenstelling van de bodems	66
3.2.2.2. Waterhuishouding	67
3.2.2.3. Aanwezigheid van specifieke genetische horizonten of profielopbouw	67
3.2.3. Invloed van de verschillende parameters op de geschiktheid voor landbouwuitbating van de gronden.	68
3.2.3.1. Aanwezigheid van water	68
3.2.3.2. Aanwezigheid van lucht	68
3.2.3.3. Invloed van te hoge waterstand op de luchtvoorziening	69
3.2.3.4. Invloed van te hoge waterstand op de fysische weerstand van de gronden	69
3.2.3.5. Invloed van te hoge waterstand op de groeiperiode	69
3.2.3.6. Invloed van samenstelling en profielopbouw op water- en luchtvoorziening	69
3.2.4. Effectenanalyse	70
3.2.4.1. Methodologie	70
3.2.4.2. Effecten t.g.v. alternatieven 8, 9 en 10	70
3.3. Het landschap: visuele karakteristieken	72
<u>4. Alternatieven en effectverminderende maatregelen.</u>	73

4.1. Wenselijkheid en mogelijkheden van alternatieven en effektverminderende maatregelen.	74
4.2. Alternatieven.	74
4.2.1. Effekt op het abiotisch milieu.	74
4.2.2. Effekt op het biotisch milieu.	74
4.2.2.1. Methode.	74
4.2.2.2. Resultaten, vergelijking van de effecten van alle onderzochte alternatieven.	76
4.3. Effectverminderende maatregelen.	78
5. <u>Samenvattende conclusie en beoordeling van de effecten voor alle onderzochte alternatieven en effektverminderende maat- regelen.</u>	82
6. <u>Leemten in de kennis, methodologische moeilijkheden en onzekerheden.</u>	84

#### Deel IV : Niet-technische samenvatting.

#### Literatuur.

#### Appendix.

Appendix 1: Bodemtypes.

Appendix 2: Draineringsklassen.

Appendix 3: Freatofytenlijst van Londo.

#### Figurenbijlage

## Voorwoord

Dit Milieu-effectrapport beschrijft de mogelijke milieu-effecten van de uitbreiding van de waterwinning in de zone Brecht (Groot Schietveld) en Loenhout van 10.000 m<sup>3</sup>/d naar 15.000 m<sup>3</sup>/d, en werd uitgevoerd door Katja CLAUS, Johan PEYMEN (U.I.A., departement Biologie) en Dick VAN STRAATEN (Instituut voor Natuurbehoud) o.l.v. Prof. Dr. R.F. VERHEYEN (U.I.A., departement Biologie).

De hydrologische effecten van de geplande uitbreiding van de waterwinning zijn uitgebreid beschreven in een afzonderlijk rapport, uitgevoerd door L. LEBBE, M. MAHAUDEN en M. VAN CAMP onder leiding van Prof. Dr. W. DE BREUCK (R.U.G., Laboratorium voor Toegepaste Geologie). Uit deze studie werden hydrologische gegevens gebruikt om de effecten op fauna en flora, het landschap en de mens te kunnen voorspellen. Deze gegevens werden globaal overgenomen in het onderhavige rapport. De volledige hydro-geologische studie is in bijlage aan dit rapport gevoegd.

De mogelijke effecten van de waterwinningsuitbreiding op de landbouwkundige waarden van de betreffende zone werd onderzocht door Prof. Dr. ir. F. DE CONINCK en Prof. Dr. E. VAN RANST (Rijksuniversiteit Gent). De volledige landbouwkundige studie is eveneens in bijlage toegevoegd.

Aan dit Milieu-effectrapport is een afzonderlijk deel met figuren toegevoegd. De hierin opgenomen figuren zijn in de tekst aangeduid met een prefix b.

*Lijst en handtekeningen van de deskundigen die aan het milieu-effectrapport van de geplande uitbreiding van de waterwinning te Brecht hebben meegewerkt (art. 16, par. 1 van het Besluit van de Vlaamse Executieve van 23 maart 1989 betreffende milieu-effectbeoordeling).*

naam	titel en deskundigheid	handtekening
<b>DE BREUCK, W.</b>	- hoogleraar R.U.G. - water en bodem	
<b>VERHEYEN, R.F.</b>	- hoogleraar U.I.A - fauna en flora, water, landschappen	

## Inhoudstafel figurenbijlage

Naar deze figuren wordt in de tekst verwezen als figuur b..

Figuur b1: Situering van de onderzochte waterwinningsmogelijkheden ten behoeve van de waterwinningsuitbreiding Brecht - Loenhout.

Figuur b2: Het Groot Schietveld en omgeving:  
- bestemmingen op het Gewestplan Turnhout;  
- aanduiding van het Vogelrichtlijngebied.

Figuur b3: Situering van het studiegebied met aanduiding van de huidige en geplande winningsputten.

Figuur b4: Reliëf-kenmerken van het studiegebied.

Figuur b5: Hydrografie van het studiegebied.

Figuur b6: Overzicht van de biologisch zeer waardevolle gebieden gesitueerd binnen het studiegebied met aanduiding van de onderscheiden karteringseenheden.

Figuur b7: Situering van vennen en plassen met bijzondere faunistische waarde (voor verklaring zie tekst).

Figuur b8: Waterhuishouding in de referentiesituatie:  
(a) berekende stijghoogte (m) en horizontale Darciaanse snelheid (M/D);  
(b) gemiddelde diepte van de watertafel onder het maaiveld (m)

Figuur b9: Berekende verlagingen (m) van de grondwaterstand  
(a) bij een debiet van 3530 m<sup>3</sup>/dag  
(b) bij een debiet van 10000 m<sup>3</sup>/dag  
(c) bij een debiet van 15000 m<sup>3</sup>/dag

Figuur b10: Waterhuishouding bij de geplande debietsuitbreiding:  
(a) berekende stijghoogte (m) en horizontale Darciaanse snelheid (M/D);  
(b) gemiddelde diepte van de watertafel onder het maaiveld (m)

Figuur b11: Situering van de aandachtsgebieden 'Marum', 'Vossegat' en 'Moerken'.

Figuur b12: Situering van de lokatie-alternatieven in de zone 'Schietstand'.

Figuur b13: Overzicht van de bodemtypes in 'Marum'  
(voor verklaring legende zie appendix 1).

Figuur b14: Overzicht van de draineringsklassen in 'Marum'  
(voor verklaring legende zie appendix 2).

Figuur b15: Ekotoop-karteringseenheden in 'Marum'.

Figuur b16: Overzicht van de bodemtypes in 'Vossegat'  
(voor verklaring legende zie appendix 1).

Figuur b17: Overzicht van de draineringsklassen in 'Vossegat' (voor verklaring legende zie appendix 2).

Figuur b18: Ekotoop-karteringseenheden in 'Vossegat'.

Figuur b19: Overzicht van de bodemtypes in 'Moerken'  
(voor verklaring legende zie appendix 1).

Figuur b20: Overzicht van de draineringsklassen in 'Moerken'  
(voor verklaring legende zie appendix 2).

Figuur b21: Ekotoop-karteringseenheden in 'Moerken'.

Figuur b22: Situering van de vegetatieopname-vlakken in het  
lokatie-alternatief 'Schietstand'.

Figuur b23: Seizoensale fluktuaties in de grondwaterstand voor 7 proefvlakken te 'Marum':  
(1),(2) = natte heide; (3),(4) = beekbegeleidend bos; (5) = overgang natte/droge  
heide; (6) = natte ruigte; (7) = nat grasland.

Figuur b24: Kwetsbaarheid van de onderscheiden ekotopen in 'Marum'  
gebaseerd op de proportie aanwezige freatofyten.

Figuur b25: Kwetsbaarheid van de onderscheiden ekotopen in 'Vossegat'  
gebaseerd op de proportie aanwezige freatofyten.

Figuur b26: Kwetsbaarheid van de onderscheiden ekotopen in 'Moerken'  
gebaseerd op de proportie aanwezige freatofyten.

Figuur b27: Kwetsbaarheid van de beschouwde vegetatie-opnames in het lokatie-  
alternatief 'Schietstand' gebaseerd op de proportie aanwezige freatofyten.

Figuur b28: Proportie verdwijnende plantensoorten in de verschillende  
ekotopen te 'Marum' bij een debiet van 10000 m<sup>3</sup>/dag.

Figuur b29: Proportie verdwijnende plantensoorten in de verschillende  
ekotopen te 'Marum' bij een debiet van 15000 m<sup>3</sup>/dag.

Figuur b30: Proportie verdwijnende plantensoorten in de verschillende  
ekotopen te 'Vossegat' bij een debiet van 10000 m<sup>3</sup>/dag  
en 15000 m<sup>3</sup>/dag (zie tekst).

Figuur b31: Proportie verdwijnende plantensoorten in de verschillende  
ekotopen te 'Moerken' bij een debiet van 10000 m<sup>3</sup>/dag  
en 15000 m<sup>3</sup>/dag (zie tekst).

Figuur b32: Verwachte grondwaterstands dalingen te 'Marum':  
(a) alternatief 2 (3530 m<sup>3</sup>/dag)  
(b) alternatief 3 (10000 m<sup>3</sup>/dag)  
(c) alternatief 4 (15000 m<sup>3</sup>/dag)

Figuur b33: Verwachte grondwaterstands dalingen bij alternatief 5:  
(a) 'Marum' (10000 m<sup>3</sup>/dag)  
(b) 'Schietstand' (5000 m<sup>3</sup>/dag)

Figuur b34: Verwachte grondwaterstands dalingen bij alternatief 6:  
(a) 'Marum' (7500 m<sup>3</sup>/dag)  
(b) 'Schietstand' (7500 m<sup>3</sup>/dag)

Figuur b35: Verwachte grondwaterstands dalingen bij alternatief 7:  
(a) 'Marum' (5000 m<sup>3</sup>/dag)  
(b) 'Schietstand' (10000 m<sup>3</sup>/dag)



Figuur b36: Verwachte grondwaterstandsdingen bij alternatief 8:

- (a) 'Marum' (5000 m<sup>3</sup>/dag)
- (b) 'Loenhout' (10.000 m<sup>3</sup>/dag)

Figuur b37: Verwachte grondwaterstandsdingen bij alternatief 9:

- (a) 'Marum' (7500 m<sup>3</sup>/dag)
- (b) 'Loenhout' (7500 m<sup>3</sup>/dag)

Figuur b38: Verwachte grondwaterstandsdingen bij alternatief 10:

- (a) 'Marum' (10.000 m<sup>3</sup>/dag)
- (b) 'Loenhout' (5000 m<sup>3</sup>/dag)

Figuur b39: Huidige floristische waarde van de onderscheiden ecotopen in het volledige studiegebied (waardeklasse 1: floristisch waardevol --> waardeklasse 6: floristisch zeer waardevol).

Figuur b40: Effect op de ecotopen (floristische samenstelling) van de onderzochte alternatieven (berekend op basis van het WAFLO-model en de zeldzaamheidsgetallen; effectklasse 1: effect --> effectklasse 6: zeer veel effect).

- a) alternatief 2 --> i) alternatief 10.

Figuur b41: Berekenende cumulatieve effecten (verdwijnen van plantesoorten) ten gevolge van de onderzochte alternatieven.

- a) cumulatieve effecten uitgedrukt per zone
- b) het totale effect per alternatief.

Figuur b42: Effecten op de landbouwkundige waarde van de bodems (alternatieven 8, 9 en 10).

- a) de verschillende bodemtypes in het onderzochte gebied
- b) vereenvoudiging van de verschillende bodemtypes en het overeenkomstige landbouwkundig waardecijfer.

Figuur b43: Verandering in landbouwkundig waardecijfer ten gevolge van de waterstandsding bij de onderzochte alternatieven

- a) alternatief 8
- b) alternatief 9
- c) alternatief 10.

Figuur b44: Verwachte verhoging van de grondwaterstand t.g.v. de plaatsing van 3 stuwen op de Werijsbeek.

## **DEEL I**

# **PROJECTBESCHRIJVING, INHOUD EN METHODOLOGIE VAN DIT MILIEU-EFFECTRAPPORT**

## **1. Beschrijving van het project**

### **1.1. Algemene definiëring van het project.**

De PIDPA (Provinciale en Intercommunale Drinkwatermaatschappij der Provincie Antwerpen) bevoorraadt de volledige bevolking van de provincie Antwerpen van drinkwater met uitzondering van de stad Antwerpen met randgemeenten en de stad Turnhout. Hiervoor maakt de maatschappij gebruik van grondwater dat zich voornamelijk in de Diestiaan- en Antwerpiaanzanden van de provincie bevindt. Omwille van de uitgestrektheid van het verzorgingsgebied zijn de diverse benodigde grondwaterwinningen verspreid over heel het grondgebied van de provincie.

Op dit moment beschikt de PIDPA over een grondwaterwinning te Brecht met een vergunde capaciteit van 10.000 m<sup>3</sup>/dag. Dit winningsgebied bevindt zich op het domein van de Militaire Overheid, het "Groot Schietveld" langs de weg Wuustwezel-Brecht op het grondgebied van de gemeenten Wuustwezel en Brecht (figuur b1). De PIDPA voorziet een uitbreiding van deze grondwaterwinning van 10.000 m<sup>3</sup>/d naar 15.000 m<sup>3</sup>/dag.

Dit milieu-effectrapport (M.E.R.) beschrijft de mogelijke milieu-effecten die kunnen optreden door de debietsvermeerdering van de grondwaterwinning en maakt deel uit van de wettelijk vastgelegde procedure m.b.t. de milieu-effectbeoordeling (Besluit VI. Ex. 24 maart '89, B.S. 17.05.'89), zoals beschreven in par. 2.1.

### **1.2. Algemene doelstelling en verantwoording van het project.**

De algemene doelstelling van het project omvat een uitbreiding van de bestaande grondwaterwinning te Brecht om tegemoet te kunnen komen aan de groeiende vraag naar drinkwater.

Aan de hand van prognosecijfers gebaseerd op de evolutie van het waterverbruik in de voorbije periode en de bestaande produktie-capaciteit wordt vastgesteld waar en wanneer tekorten zullen ontstaan in de produktie. Uit deze prognosecijfers blijkt dat een verhoging van de capaciteit van de waterwinning te Brecht noodzakelijk zal worden tegen het jaar 1993. Daarenboven doet zich de ongunstige omstandigheid voor dat het water dat gewonnen wordt in Brasschaat-centrum een toenemend

gehalte aan sulfaten bevat zodat een menging met sulfaatarm water (zoals het opgepompte grondwater te Brecht) zich opdringt.

### 1.3. Concrete beschrijving van het project.

Voor het oppompen van het grondwater werd een batterij van 6 watervangputten uitgewerkt (zie figuur b3). Op dit ogenblik bedraagt het debiet uit de 6 putten gemiddeld (over het jaar) 3 à 4.000 m<sup>3</sup>/dag met piekdebieten van 8.000 m<sup>3</sup>/dag. De PIDPA heeft echter een vergunning om op deze plaats (jaargemiddeld) 10.000 m<sup>3</sup>/dag op te pompen. De maximale capaciteit waarvoor een vergunning verkregen werd, is tot op heden dus nog niet bereikt.

De watervangputten bestaan uit een verticale buis samengesteld uit een dicht gedeelte met een lengte van ca. 70 m en een filterend gedeelte van ca. 55 m, uitmondend in een ondergrondse kamer alwaar eveneens de terreinleidingen in uitmonden. Door dompelpompaggregaten opgehangen in deze putten wordt het water opgestuwd via ondergrondse verbindingsleidingen naar het productiecentrum te Brasschaat alwaar het water gezuiverd wordt en in het distributienet gepompt. Plaatselijk is er voor de elektrische voeding van deze aggregaten een hoogspanningskabine voorzien en voor het opvangen van de waterslagen werd een antiwaterslaginstallatie gebouwd.

De capaciteit van de waterwinning te Brecht zou opgevoerd moeten worden tot 15.000 m<sup>3</sup>/dag hetgeen verwezenlijkt zou kunnen worden door de uitvoering van bijkomende putten aan te sluiten aan het bestaand leidingenstelsel door uitbreiding hiervan en door vervanging van de pompaggregaten in de bestaande putten door grotere eenheden. Het opgepompt water wordt verstuurd naar Brasschaat waar zich het zuiveringsstation bevindt.

### 1.4. Vooropgestelde bedrijfsmatige randvoorwaarden

De algemene doelstelling van milieu-effectbeoordeling is tegemoet te komen aan "de noodzaak zo vroeg mogelijk rekening te houden met de gevolgen van alle technische plannings- en beslissings-processen voor het milieu" (Europese Richtlijn 85/337, 27 juni '85). Hierbij speelt de behandeling van alternatieven voor een bepaalde ingreep een belangrijke rol. Deze alternatieven kunnen op verschillende niveaus in de besluitvorming ingebracht worden (zie par. 2.2.) Doorgaans worden alternatieven pas geformuleerd en uitgewerkt gedurende het opstellen van het M.E.R., nadat de belangrijkste gevolgen op het milieu bekend zijn. Het is daarbij belangrijk de bedrijfsmatige (technische) randvoorwaarden te laten definiëren door de initiatiefnemer van het project.

Met betrekking tot de uitbreiding van de waterwinning te Brecht bestaan m.b.t. het formuleren van alternatieven de volgende mogelijkheden :

- de uitbreiding van de grondwaterwinning kan gebeuren op verschillende lokaties, echter binnen een vooraf bepaalde zone;
- het debiet kan over deze lokaties ruimtelijk gevarieerd worden.

Met betrekking tot deze mogelijkheden werden door de PIDPA de volgende voorwaarden gesteld :

- de uitbreiding van de grondwaterwinning dient bij voorkeur te gebeuren binnen het Militaire domein of in de directe omgeving ervan;
- het totale debiet dient 15.000 m<sup>3</sup>/dag te bedragen, maar kan eventueel verdeeld worden over verschillende zones binnen of in de directe omgeving van het Militaire Domein. De lokatiemogelijkheden zullen door de PIDPA voorgesteld worden. Daarbij wordt wel gewaarschuwd omtrent de technische haalbaarheid van een groot debiet in de zuid-westelijke zone van het Domein omdat de dikte van de watervoerende laag naar Brasschaat toe (zuidwesten) afneemt. Bovendien is deze zone vrij dicht bij de bestaande winning te Brasschaat gelegen, zodat bij hoge debieten (zoals bv. 10.000 m<sup>3</sup>/dag) een overlapping van de invloedzone kan optreden.

De beperking tot het Militaire Domein als waterwinningszone wordt als volgt geargumenteed :

- bij de oprichting van een nieuwe waterwinning of de uitbreiding van een bestaande wordt beroep gedaan op gronden waarvan het gebruik reeds vastligt en dit zoals op de gewest-plannen en bijzondere plannen aangegeven. De bestemming als waterwinzone is aangeduid op het gewestplan Turnhout (figuur b2);
- het inplanten van een waterwinning dient te gebeuren in een zo goed mogelijk beschermd gebied. De aanwezigheid van landbouw is op dit punt een minder gunstige factor in de huidige kontekst. Vooral de Zuidelijke en Oostelijke zone rond het Groot Schietveld zijn intensieve landbouwgebieden. De inplanting van een waterwinning in een landbouwgebied leidt tot een confrontatie met hogere nitraatgehalten en mogelijke fosfaatdoorslag omwille van de uitspoeling ingevolge de bemesting. Gegevens betreffende de mogelijke negatieve invloed op de kwaliteit van het grondwater (aanrijking met o.a. nitraat) van deze landbouwactiviteit zijn echter niet beschikbaar;
- door de invoering van beschermzones met beperking van anthropogene activiteiten (Besluit Vl. Ex. 27/03/'85) rond de waterwinning dient in een ruimer gebied ook gelet op het zo veel mogelijk vermijden van zones met menselijke invloed. Door deze invoering van beschermzones zijn een groot aantal activiteiten in deze zones ofwel verboden, ofwel aan bepaalde voorwaarden onderhevig. Een lijst van beperkingen of verbod van activiteiten, zijn weergegeven in tabel b2. Dit leidt ertoe dat een inplanting van een waterwinning moeilijk verenigbaar is met de meeste typen van anthropogene zones. Meer specifiek is voor de landbouw bijvoorbeeld het gebruik van sleuf-en grondsilo's, het aanleggen van mestvaalten, het intensief bemesten (400 eenheden per ha) en het houden van vee boven de 4 grootvee-eenheden per ha, verboden.
- het gebruik dat de Militaire Overheid maakt van haar gebied, is goed in

- overeenstemming te brengen met de vereisten van een waterwinningsgebied;
- door de inplanting van een waterwinning in een militair domein zoals te Brecht, is geen onteigening van gronden noodzakelijk zodat hierdoor geen hinder voor particulieren ontstaat en worden de beperkingen m.b.t. het gebruik van gronden voor de particulieren klein gehouden, terwijl de militaire activiteit niet gehinderd wordt. In een landbouwgebied wordt de eventuele hinder van een waterwinning op een klein gedeelte van de gemeenschap gelegd, hetgeen niet het geval is bij oprichting in staatsdomeinen die reeds tot deze gemeenschap behoren;
  - er dient gestreefd naar een zo goed mogelijke spreiding van de waterwinningen, zowel om hun onderlinge beïnvloeding te vermijden als om de plaats van ontginning zo dicht mogelijk bij de gebruikerszone in te planten. In dit opzicht lijkt de zuidwestelijke zone van het Militaire Domein (dichter naar de waterwinning Brasschaat) minder geschikt dan de noord-oostelijke zone;
  - het inplanten van de uitbreiding zo dicht mogelijk bij de bestaande winputten brengt vanzelfsprekend economische voordelen mee, gezien de aan te leggen infrastructuur dan minimaal is. Er kan dan gebruik gemaakt worden van de bestaande hoogspanningscabine, en het leidingenstelsel dient dan ook slechts minimaal uitgebreid te worden.

### 1.5. De lokatiemogelijkheden voor de uitbreiding van de grondwaterwinning

In dit MER worden de effecten van verschillende lokatie-alternatieven met elkaar vergeleken, met inachtnaam van de in par. 1.4. vooropgestelde bedrijfsmatige randvoorwaarden. Het oorspronkelijke voornemen van de PIDPA bestond erin de bestaande vergunning voor 10.000 m<sup>3</sup>/dag te Brecht (de zes pompputten in het Groot-Schietveld) uit te breiden tot 15.000 m<sup>3</sup>/dag. De beoordeling van mogelijke milieu-effecten van een grondwaterwinning op deze plaats wordt bepaald door de verschillende gebruiksfuncties van het Groot-Schietveld (militair, waterwinning, natuurbehoud, recreatie) en de omgeving (landbouw en verspreide woonzones).

Zoals verder in dit MER geconcludeerd wordt, voorziet de beoordeling van milieu-effecten van een uitbreiding van de waterwinning op de plaats van de bestaande pompputten zeer negatieve effecten voor het natuurbehoud. Deze ongunstige voorspellingen hebben geleid tot het beschouwen van andere lokaties, weliswaar in de directe omgeving van de huidige waterwinning. In de verdere studie werden respectievelijk de volgende lokaties bestudeerd (figuur b1):

- een verplaatsing van de pompputten binnen de noordoostelijke zone van het Groot Schietveld (zone MARUM);
- een inplanting van een nieuwe waterwinning in het zuidwesten van het Groot Schietveld (zone SCHIETSTAND);
- een inplanting van nieuwe waterwinnings in de grenszone van het Groot Schietveld (zone PERIFERIE);
- een nieuwe waterwinning in de gemeente Loenhout (zone LOENHOUT).

Deze laatste lokatie werd voorgesteld ingevolge de ongunstige effectvoorspellingen (ten aanzien van fauna en flora) voor alle alternatieven in en rond het Groot Schietveld.

Het onderzoek naar milieu-effecten van deze verschillende lokaties voor grondwaterwinning werd gefaseerd en de resultaten ervan apart gerapporteerd, telkens na nieuw voorgestelde lokatiemogelijkheden. Dit MER synthetiseert alle resultaten van deze deelstudies. De beoordeling van milieu-effecten in dit MER zal dan ook chronologisch volgens de respectievelijke lokatiemogelijkheden gebeuren:

- een evaluatie van effecten van de uitbreiding in het Groot Schietveld (zone MARUM);
- een evaluatie van de effecten van de mogelijkheden van gecombineerde waterwinningen in het zuidwesten (zone SCHIETSTAND) en noordoosten (zone MARUM) van het Groot Schietveld;
- een evaluatie van de effecten van gecombineerde waterwinningen rond het Groot Schietveld (zone PERIFERIE);
- een evaluatie van de effecten van een gecombineerde waterwinning in de gemeente Loenhout (zone LOENHOUT) en het Groot Schietveld (zone MARUM).

Onder *gecombineerde grondwaterwinning* wordt een uitbreiding van de huidige grondwaterwinning op een andere lokatie (dan de huidige waterwinning te MARUM) bedoeld. In dit MER zullen de effecten van deze combinaties (lokatie-alternatieven) met verschillende winningsdebieten (uitvoeringsalternatieven) uitgewerkt en vergeleken worden. De onderzochte alternatieven zijn gedefinieerd in paragraaf 4.

## **2. Toetsing van het project aan de M.E.R.-plicht**

### **2.1. Vergelijking met de wettelijke voorschriften.**

De geplande uitbreiding van de grondwaterwinning te Brecht behoort tot de categorieën van werken en handelingen, andere dan hinderlijke inrichtingen, waarvoor een milieu-effect-rapport is vereist voor de volledigheid van de aanvraag om bouwvergunning (Besluit Vl. Ex. van 23 maart '89, B.S. 17.05.'89). De m.b.t. dit project bedoelde bouwvergunning beschrijft de bijkomende pompputten die noodzakelijk zijn voor de geplande grondwaterwinningsuitbreiding. De handeling is onderworpen aan de milieu-effectbeoordelingsplicht aangezien het overeenstemt met één van de categorieën die beschreven werd in het betreffende besluit (Hfst. II, art. 2, punt 15) :

*" Waterhuishoudingsprojecten die het waterregime beïnvloeden in één of meer van de volgende gebieden:*

- *ofwel een volgens het gewestplan vastgesteld natuur- en/of reservaat-gebied;*
- *ofwel een volgens het gewestplan vastgesteld ecologisch waardevol gebied;*

*- ofwel een vogelbeschermingsgebied vastgesteld in toepassing van de EG-richtlijn 79/409/EEG van 2 april 1979 en/of "RAMSAR"-gebied."*

Het Groot Schietveld, waar de grondwaterwinning gebeurt, is gesitueerd in een vogelbeschermingsgebied (Besluit VI. Ex. 23 maart '89, in toepassing van de EG-richtlijn 79/409/EEG van 2 april '79, zie figuur b2).

## 2.2. Werkingssfeer van het M.E.R.

Milieu-effectbeoordeling is een hulpmiddel bij de besluitvorming. Afhankelijk van het niveau van deze besluitvorming kunnen in de milieu-effectbeoordeling verschillende typen alternatieven voorgesteld worden. Het zo vroeg mogelijk betrekken van milieu-aspecten in de besluitvorming, de uiteindelijke doelstelling van milieu-effectbeoordeling, krijgt hierdoor een meer planologisch karakter. De werkingssfeer van het concrete M.E.R., dat tot stand komt tijdens de procedure van milieu-effectbeoordeling, omschrijft de positie van het M.E.R. in de besluitvorming. In dit kader kan globaal onderscheid gemaakt worden in beleidsM.E.R.-en, realisatieM.E.R.-en, lokatieM.E.R.-en en uitvoeringsM.E.R.-en. In deze verschillende typen M.E.R.-en worden eveneens de verschillende typen alternatieven behandeld.

De huidige wetgeving betreffende milieu-effectbeoordeling is gekoppeld aan de procedure voor de aanvraag van bouwvergunning. Hierdoor wordt de werkingssfeer van milieu-effectbeoordeling beperkt tot het laatste niveau van de besluitvorming : het uitvoeringsniveau. Dit betekent dat m.b.t. de grondwaterwinning de effecten op het milieu van een winning op een specifieke plaats en een specifiek debiet dienen voorspeld te worden.

In dit M.E.R. werd toch gepoogd deze werkingssfeer open te trekken door te zoeken naar zowel uitvoerings(debiet) -als lokatiealternatieven (plaats van de pompput) na een eerste evaluatie van de voorspelde effecten en dit in overleg met de opdrachtgever, de PIDPA. Hierbij werd wel rekening gehouden met de bedrijfsmatige randvoorwaarden zoals beschreven in par. 1.4, nl. de lokatiezone beperkt tot het Militaire Domein en het totale debiet van 15.000 m<sup>3</sup>/dag.

Aangezien de wet voorschrijft dat het M.E.R. toegevoegd dient te worden bij de aanvraag van een bouwvergunning zal de opdrachtgever deze bouwvergunning voor een specifieke lokatie van de bijhorende watervangputten met een specifiek debiet indienen en zullen in het bijgevoegde M.E.R. eveneens de milieu-effecten van andere alternatieven voorspeld en beoordeeld worden, die in principe niet beschreven worden in de aanvraag tot bouwvergunning.

### 3. Inhoud en methodologie van het M.E.R.

#### 3.1. De wettelijke regels.

De inhoud van het M.E.R., de te leveren informatie, is wettelijk beschreven in het Besluit van de Vlaamse Executieve betreffende milieu-effectbeoordeling van categorieën en handelingen, andere dan hinderlijke inrichtingen.

Het M.E.R. dient de volgende onderdelen te bevatten (samengevat uit HOOFDSTUK III, art. 3 van het Besluit, B.S. 17 mei '89):

1. een beschrijving van het project;
2. in voorkomend geval een schets van de voornaamste alternatieven;
3. een beschrijving van de verwachte milieu-effecten van het project;
4. een beschrijving van de beoogde maatregelen om nadelige milieu-effecten van het project te vermijden, te beperken of zo mogelijk te verhelpen;
5. een niet-technische samenvatting;
6. een opgave van de moeilijkheden (technische leemten en ontbrekende kennis);
7. een tewerkstellings- en investeringsrapport.

De structuur van dit M.E.R. is om methodologische redenen niet op directe wijze te vergelijken met de opsplitsing in deze zeven onderdelen. De reikwijdte van het milieubegrip, m.a.w. op welke concrete milieuaspecten dienen effecten onderzocht te worden, is volgens het Besluit van de Vlaamse Executieve zeer algemeen omschreven :

*"de bevolking, fauna en flora, bodem, water, lucht, de klimatologische factoren, materiële goederen, met inbegrip van het architectonisch en archeologisch erfgoed, het landschap en de interrelaties tussen genoemde disciplines."*

In de volgende paragrafen wordt de concrete omschrijving van het milieubegrip, de inhoud alsook de globale gevolgde methodologie omschreven.

#### 3.2. Globale analyse van het project naar milieu-effecten.

##### 3.2.1. Inleiding.

Grondwaterwinningen kunnen afhankelijk van de intensiteit van de verwachte grondwaterpeildalingen, effecten hebben op zowel de in de beïnvloedingszone aanwezige biotische als menselijke milieu-aspecten. Onder biotische milieuaspecten worden alle spontaan aanwezige levensgemeenschappen verstaan, inclusief hun onderlinge (landschaps)ecologische relaties als hun afhankelijkheid met abiotische milieufactoren (bodem, water, - lucht,...). Onder menselijke milieucomponenten



worden alle anthropogene activiteiten begrepen (leefomgeving, grondgebruik), zowel met betrekking tot functionele als belevingsaspecten. Deze menselijke milieucomponenten kunnen zeer ruim geïnterpreteerd worden waarbij de effecten op de kwaliteit van het grondgebruik (landbouw, recreatie), de leef- en woonomgeving van de mens (gezondheid, functies, beleving, sociale aspecten,...) kunnen onderzocht worden. Het landschap, gedefinieerd als de uiterlijke verschijningsvorm van de ruimte, is het resultaat van de wisselwerking tussen de karakteristieken van het abiotisch milieu, de aanwezige levensgemeenschappen en al de menselijke beïnvloedingen (ruimtegebruik). Dit zeer ruim gedefinieerde milieubegrip kan getoetst worden met de activiteit (de grondwaterwinning) waardoor de beschrijving ervan in dit specifieke M.E.R. beperkt kan worden, afhankelijk van de plaatselijke karakteristieken van het milieu.

### 3.2.2. Omschrijving van het begrip "milieu" in dit M.E.R.

De huidige waterwinning te Brecht en de geplande uitbreiding zijn gelokaliseerd in het Militair Domein dat, naast de militaire functie, voor het natuurbehoud zeer waardevolle levensgemeenschappen huisvest. Het grondgebruik rond het Militair Domein is hoofdzakelijk agrarisch en woonzones zijn in beperkte mate aanwezig in de directe invloedssfeer van de huidige en geplande waterwinning. Om die reden zal het milieubegrip, en de onderscheiden componenten, zich in dit M.E.R. beperken tot in hoofdzaak abiotische (in het bijzonder "water") en biotische milieuaspecten ("fauna en flora") en eventueel de landbouwactiviteit (menselijke milieuaspecten), indien hierop effecten verwacht worden (zone LOENHOUT).

De belangrijkste deelingreep van de waterwinning is ongetwijfeld de grondwaterpeildaling (hydrologisch effect), dat op zijn beurt gevolgen heeft op de aanwezige levensgemeenschappen en de landbouwactiviteit. Effecten op de woonomgeving of de gezondheid van de mens worden niet verwacht en verder niet beschouwd in dit M.E.R.. De effecten van de hydrologische veranderingen op de militaire activiteit worden in dit M.E.R. eveneens buiten beschouwing gelaten. Al deze effecten zijn indirect en manifesteren zich via een verandering in het abiotisch milieu, in dit geval de hydrologie en de daaraan gekoppelde bodemkarakteristieken. Directe effecten zoals grondinname (ruimteverlies) zijn bij dit project minimaal en worden buiten beschouwing gelaten. De mogelijke effecten op het landschap zullen dus eveneens indirect zijn (geen directe ruimtelijke veranderingen) en zelfs als secundair beschreven worden als gevolg van de veranderingen van de algemene vegetatiestructuur.

Er dient wel aangestipt dat door de aanwezigheid van een grondwaterwinning, elk ander antropogeen gebruik aan strenge regels wordt onderworpen, hetgeen dan weer de doelstelling van het behoud van de heersende omgevingsomstandigheden tegemoet komt.

Het is belangrijk op te merken dat in dit M.E.R. de effecten op het abiotisch milieu

beschreven worden in functie van de effecten op biotische en eventueel menselijke milieuaspecten, aangezien voor deze milieucomponenten criteria bestaan (natuurbehoud, landbouw) om de effecten te kunnen beoordelen (zie deel III, par. 5).

De in dit M.E.R. beschreven effecten beslaan:

- *abiotisch milieucomponenten*, in het bijzonder de (geo)hydro-logie (water en bodem). Effecten op lucht, geluid en trillingen worden niet verwacht;
- *biotische milieucomponenten*: de levensgemeenschappen (fauna en flora) en hun ecologie;
- *de landbouw*;
- *het landschap* als uiterlijke verschijningsvorm. Effecten op materiële goederen, het archeologisch en architectonisch erfgoed worden niet verwacht.

### 3.3. Voorgestelde inhoud van het M.E.R.

Uit de vorige paragraaf blijkt duidelijk dat in dit M.E.R. de directe effecten op de hydrogeologische condities en de daaraan gekoppelde indirecte en secundaire effecten op levensgemeenschappen (fauna en flora) het belangrijkste onderdeel van de studie uitmaken. Dit rapport wordt opgesplitst in vier delen, die alle informatie bevatten zoals beschreven in het Besluit (B.S. 17/5/89, HOOFDSTUK III. - Inhoud van het milieu-effectrapport):

- **DEEL I** geeft een beschrijving van het project (art. 3, punt 1) en een overzicht van de algemene inhoud van dit M.E.R.  
Het tewerstellings- en investeringsrapport (art. 3, punt 8) wordt eveneens in dit deel behandeld;
- **DEEL II** situeert en beschrijft het studiegebied, zowel landschapsecologisch als natuurhistorisch, en illustreert het ecologisch belang van het Groot Schietveld;
- **DEEL III** beschrijft de effectenanalyse (art 3, punten 3 en 4) van de in dit M.E.R. beschouwde milieuaspecten en de moeilijkheden die hierbij ondervonden werden (art. 3, punt 7).  
De in dit M.E.R. beschouwde alternatieven (art. 3, punt 2) en effectverzachtende maatregelen (art. 3, punt 5) werden eveneens in dit deel beschreven;
- **DEEL IV** omvat de niet-technische samenvatting (art. 3, punt 6).

### 3.4. Algemene methodologie

De hydrologische effecten van de grondwaterwinning worden voorspeld aan de hand van een mathematisch model. Dit geohydrologisch deel van het onderzoek werd uitgevoerd door het Laboratorium voor Toegepaste Geologie (Rijksuniversiteit Gent), o.l.v. Prof. Dr. W. DE BREUCK. Dit model steunt algemeen op gegevens van pompproeven (uitgevoerd in 1976), de geomorfologische structuur en de topografie en hydrografie van het gebied. De belangrijkste resultaten van deze studie beschrijven voor alle onderzochte alternatieven de stijghoogten van de watertafel binnen een vooraf bepaalde zone (het studiegebied). De stijghoogtegegevens worden,

samen met de topografische kaart omgerekend naar grond- en oppervlaktewaterstanden en grondwater-stromingen. Dit hydrogeologisch deel van het onderzoek werd in een afzonderlijk rapport uitgewerkt.

Deze hydrologische gegevens worden op hun beurt gebruikt om de effecten op de aanwezige levensgemeenschappen (fauna en flora in het bijzonder de grondwaterafhankelijke ecotopen) en de landbouwkundige waarde van de bodem in te schatten. De voor dit onderzoek gebruikte hydrologische gegevens (uit het hydrogeologisch rapport) worden in dit MER samenvattend overgenomen. De veranderingen van de vegetatie als gevolg van de waterstandsveranderingen werden aan de hand van een model voorspeld, door gebruik te maken van bestaande kennis omtrent de milieukenmerken van plantensoorten. De te verwachte vegetatiewijzigingen worden door dit model uitgedrukt in het verdwijnen van soorten. De effecten op de aanwezige fauna-elementen worden beschreven aan de hand van bestaande kennis omtrent biotoopvereisten van waterafhankelijke organismen. De effecten op fauna en flora werden op de eerste plaats beoordeeld aan de hand van zeldzaamheidsgegevens. Eventuele effecten op het landschap worden zeer algemeen beschreven, aangezien weinig invloeden verwacht worden. Dit gedeelte van het onderzoek werd uitgevoerd door Katja CLAUS en Johan PEYMER van de onderzoeksgroep Natuurbeheer, departement Biologie van de Universitaire Instelling Antwerpen, en Dick VAN STRAATEN van het Instituut voor Natuurbehoud en gebeurde o.l.v. Prof. Dr. R.F. VERHEYEN.

De studie van de effecten op de landbouwactiviteit beperkt zich tot de mogelijke wijzigingen van de geschiktheid van de bodem voor landbouwnutbating (strikt economische aspecten worden hier NIET in betrokken). Aan de hand van bodemparameters, afkomstig van de bodemkaarten (samenstelling, waterhuishouding, aanwezigheid van typische horizonten) wordt een landbouwkundige waarde afgeleid. Deze waarde wordt per zone (van gelijkaardige gronden) berekend. Aan de hand van de gesimuleerde waterpeilverlaging kan een verandering in waardecijfer berekend worden. Deze studie werd uitgevoerd door Prof. Dr. Ir. DE CONINCK en Prof. Dr. E. VAN RANST.

Het hanteren van twee soorten voorspellingsmodellen (hydrologische veranderingen en flora-wijzigingen) met verschillende onnauwkeurigheden, brengt vanzelfsprekend beperkingen met zich mee die tot voorzichtigheid aansporen. Een aantal bedenkingen hieromtrent zijn bijeengebracht in het DEEL III, hoofdstuk 6: "Leemten in de kennis, methodologische moeilijkheden en onzekerheden.

## 4. Beschrijving van de alternatieven

### 4.1. De onderzochte alternatieven

Zoals reeds vermeld is het behandelen van alternatieven in een M.E.R. een zeer belangrijk onderdeel. Het naast elkaar afwegen van alternatieven leidt tot een beter gefundeerde besluitvorming.

De basisoptie in dit M.E.R. beschrijft de uitbreiding van de grondwaterwinning van 10000 m<sup>3</sup>/d naar 15000 m<sup>3</sup>/d, waarvoor twee watervangputten aan de bestaande éénheid worden toegevoegd (zie par. 1.3). De huidige vergunning voor grondwaterwinning te Brecht bedraagt 10000 m<sup>3</sup>/d. Op dit moment wordt dit maximale debiet niet bereikt en bedraagt het opgepompte debiet (gemiddeld over het jaar) rond 4000 m<sup>3</sup>/d met piekdebieten van 8000 m<sup>3</sup>/d. Dit betekent dat de tot heden uitgevoerde grondwaterwinning in principe de komende jaren in debiet mag vermeerderen. Het is heel goed mogelijk dat deze twee debieten (de huidige en de toegestane) verschillende effecten hebben op het milieu. Om dit te kunnen beoordelen werden in overleg met de PIDPA vier alternatieven gedefiniëerd (zie ook figuur b3):

- **alternatief 1:** beschrijft de referentie-situatie; dit is de situatie zonder grondwaterwinning te Brecht. Een beschrijving van dit "alternatief" maakt het mogelijk de grootte van de voorspelde effecten als gevolg van de andere besproken alternatieven, onderling te kunnen vergelijken door deze situatie zonder winning als algemene referentie te beschouwen;
- **alternatief 2:** beschrijft het huidige opgepompte debiet ( jaargemiddelde 3 à 4000 m<sup>3</sup>/d met piekdebieten van 8000 m<sup>3</sup>/d en met de huidig aanwezige watervangputten (noordoosten van het Militair Domein, zone MARUM). Dit alternatief beschrijft de effecten van de huidige situatie;
- **alternatief 3:** beschrijft de grondwaterwinning van het vergunde debiet van 10000 m<sup>3</sup>/d met de huidig aanwezige watervangputten (noordoosten van het Militair Domein: zone MARUM);
- **alternatief 4:** (de basisoptie) beschrijft de uitbreiding van de grondwaterwinning naar 15000 m<sup>3</sup>/d, waarvoor twee bijkomende watervangputten voorzien worden in dezelfde zone als de bestaande éénheid (noordoosten van het Militair Domein: zone MARUM).

Gedurende het onderzoek bleken de voorspelde grondwaterstandsdingen ten gevolge van de winning van 15000 m<sup>3</sup>/d van die orde van grootte te zijn dat het zoeken naar andere lokatie-alternatieven opportuun leek. Hierbij werd echter rekening gehouden met de randvoorwaarden zoals beschreven in par. 1.4. In de allereerste plaats werd gezocht naar de uitbreidingsmogelijkheden binnen de noordoostelijke zone van het Militair Domein, de zone MARUM. Hierbij werd gepoogd de nieuwe en oude watervangputten zodanig te plaatsen, dat de afpompskegels (de te verwachten zone met grondwaterstandsding) de "waterstandsgevoelige" zones zo minimaal mogelijk overlapt. Alternatief 4 (debet

15000 m<sup>3</sup>/d) werd op deze manier opgesplitst in drie mogelijkheden:

- **alternatief 4a:** beschrijft de basisoptie met twee bijkomende putten naast de bestaande batterij;
- **alternatief 4b:** beschrijft een lokatie-alternatief waarbij de bestaande en bijkomende watervangputten samengetrokken worden in de noordoostelijke rand van het Militaire Domein;
- **alternatief 4c:** beschrijft een lokatie-alternatief waarbij de bestaande en bijkomende putten zo gelijkmatig mogelijk verspreid worden.

De voorspelde effecten van deze alternatieven op de hydrologie en de voorkomende levensgemeenschappen bleken echter nog altijd van die orde van grootte te zijn dat de mogelijkheden voor andere lokaties werden onderzocht. Uit het onderzoek bleek eveneens dat de biologische waarde van het gebied MARUM en de kwetsbaarheid ervan t.o.v. grondwaterpeildalingen groter zou zijn dan het zuidwesten van het Militair Domein. Na onderling overleg met de PIDPA, de Militaire Overheid en afgevaardigden van AROL werd besloten de opportuniteit (zowel met betrekking tot de mogelijkheden voor waterwinning als de milieu-effecten) van eventuele grondwaterwinningen in het zuidwesten van het Militair Domein te onderzoeken. Rekening houdend met de in par. 1.4 beschreven randvoorwaarden werden daarom nog drie bijkomende lokatie-alternatieven onderworpen aan de milieu-effectenstudie (zie figuur b1 en b12):

- **alternatief 5:** een gecombineerde grondwaterwinning van 10.000 m<sup>3</sup>/d in de zone MARUM (met de huidig aanwezige watervangputten) en 5.000 m<sup>3</sup>/d in het zuidwesten van het Militaire Domein (drie nieuwe watervangputten in de zone SCHIETSTAND);
- **alternatief 6:** een gecombineerde grondwaterwinning van 7.500 m<sup>3</sup>/d in de zone MARUM (met de huidig aanwezige watervangputten) en 7.500 m<sup>3</sup>/d in het zuidwesten (drie nieuwe watervangputten in de zone SCHIETSTAND);
- **alternatief 7:** een gecombineerde grondwaterwinning van 5.000 m<sup>3</sup>/d in de zone MARUM (met de huidig aanwezige watervangputten) en 10.000 m<sup>3</sup>/d in het zuidwesten (drie nieuwe watervangputten in de zone SCHIETSTAND).

Ook de voorspelde effecten van deze alternatieven bleken niet beduidend minder te zijn dan deze in de zone MARUM. Uiteindelijk werden de mogelijkheden onderzocht van een bijkomende waterwinning te voorzien buiten het Groot Schietveld. In eerste instantie werden lokaties geëvalueerd die grenzen aan het Militaire Domein : de zone PERIFERIE (figuur b1), maar na een globale hydrologische analyse bleek de effectenvermindering niet als dusdanig te zijn om de effecten van deze lokaties verder uit te werken. Als laatste lokatiemogelijkheid werd door de PIDPA een lokatie-alternatief te Loenhout voorgesteld (figuur b1). Rekening houdend met de totale beoogde winningscapaciteit van 15000 m<sup>3</sup>/d werden ook voor deze lokatiemogelijkheid de effecten van gecombineerde waterwinningen uitgewerkt:

- **alternatief 8:** een gecombineerde grondwaterwinning van 5000 m<sup>3</sup>/d in de zone MARUM en 10.000 m<sup>3</sup>/d in de zone LOENHOUT;
- **alternatief 9:** een gecombineerde grondwaterwinning van 7.500 m<sup>3</sup>/d in de zone MARUM en 7.500 m<sup>3</sup>/d in de zone LOENHOUT;

- **alternatief 10:** een gecombineerde grondwaterwinning van 10.000 m<sup>3</sup>/d in de zone MARUM en 5.000 m<sup>3</sup>/d in de zone LOENHOUT.

Rekening houdend met het globale bodemgebruik zal de waterstandsdeling ten gevolge van deze drie alternatieven (zone LOENHOUT) eveneens de landbouwactiviteit kunnen beïnvloeden. Daarom werd enkel voor deze alternatieven (8,9 en 10) het aspect landbouw diepgaander onderzocht.

#### 4.2. Milieu-effectverzachtende maatregelen

Door de dienst Natuurbehoud van AROL werd reeds vóór de aanvang van dit M.E.R. voorgesteld om mogelijke effecten (grondwaterpeildalingen) van de huidige (en toegestane) waterwinning te verminderen door het aanbrengen van dammen in de Werijsbeek. Het verhogen van het waterpeil in deze beek zou mogelijk het ontwaterend effect van de waterwinning kunnen verminderen. De opportuniteit van deze maatregel, die enkel effectverzachtend zou zijn voor het gebied "Marum" (de huidige grondwaterwinningszone), diende dan ook in deze studie onderzocht te worden, zowel m.b.t. de effecten op het grondwaterpeil als de voorkomende levensgemeenschappen. Er werden drie dammen voorgesteld in de Werijsbeek op het grondgebied van het Militair Domein. In principe kan deze maatregel voorgesteld worden voor elk onderzocht alternatief.

Een andere milieu-effectverzachtende maatregel is het overwegen van een zogenaamde "lekstroom" in het opgepompte grondwater, die in het beschouwde gebied zou kunnen worden veroorzaakt. Gezien het ingrijpende karakter van deze maatregel (verschillende fysisch-chemische karakteristieken van het opgepompte grondwater en het lokale oppervlaktewater), dient een dergelijke maatregel experimenteel en onder begeleiding te worden genomen. Voorafgaand ecohydrologisch onderzoek is hierbij zeker noodzakelijk.

### **5. Het tewerkstellings- en investeringsrapport**

Zoals beschreven in het Besluit van de Vlaamse Executieve betreffende milieu-effectbeoordeling behoort een tewerkstellings-en investeringsrapport tot de in het M.E.R. te verstrekken informatie (B.S. 17/5/89, Hfst. III, art. 4, punt 8).

De totale investeringskost voor de watervangputten, pompaggregaten en electromechanische inrichting wordt geraamd op 20 à 30 miljoen F. Deze kostprijs is afhankelijk van het weerhouden alternatief. Hierin zijn de bijkomende investeringen voor de verhoging van de zuiveringscapaciteit te Brasschaat niet begrepen. De kostprijs hiervan is van dezelfde orde van grootte omdat grotendeels van bestaande installaties gebruik kan worden gemaakt. Indien echter een volledig nieuwe uitvoering zou moeten worden gerealiseerd, zou minstens een tienvoudig bedrag hiervoor moeten worden geïnvesteerd.

Plaatselijk is er geen personeel tewerkgesteld, wel in het productiecentrum te Brasschaat. Door de verwezenlijking van de bijkomende investering te Brecht zal het personeelsaantal te Brasschaat niet verhoogd worden.

Het staat evenwel buiten kijf dat het verwezenlijken van een gezonde basisinfrastructuur betreffende beschikbaarheid van drinkwater zonder meer heel belangrijk is voor de tewerkstelling in de betrokken regio.

## DEEL II

### BESCHRIJVING VAN HET STUDIEGEBIED: HET GROOT SCHIETVELD (Brecht-Brasschaat) EN OMGEVING.

#### 1. Landschapsecologische beschrijving van het studiegebied.

##### 1.1. Abiotische kenmerken.

Het studiegebied behoort tot het 'Westelijk duinlandschap' (ook Voorkempen of Kempen van Brasschaat genoemd) en maakt aldus deel uit van het fysisch-geografisch gebied de Noorderkempen (DE PLOEY 1961; STRYCKERS & VERHEYEN 1978; VANMAERCKE-GOTIGNY et al. 1978). Het NO-deel behoort tot het 'Oud ontginningsgebied van Brecht, bekken van de A-Werijs', samengesteld uit beekdalen en de naastliggende plaggengronden.

##### 1.1.1. Reliëf.

Het makroreliëf van de Noorderkempen wordt bepaald door de naar het noorden afhellende en dieper liggende kleiafzettingen van de formatie van de Kempen (DE PLOEY 1961; GEYS 1975, 1976). De hoogste zone, met een maximum van +34m, vormt een OW-gerichte rug die het waterscheidingsvlak vormt tussen het Maas- en Scheldebekken. De rug bestaat uit een brede kam die zich uitstrekt vanaf het gehucht Gooreind langs de Hoge Heide en de Halfvenheide tot het Marbeleven. Vanaf deze rug daalt het reliëf geleidelijk in NW- tot N-richting. De zuidelijke helling is veel steeper dan de noordelijke door het ontbreken van de kleilaag (minder erosieweerstand). Het studiegebied is volledig gelegen langs de noordelijke zijde van deze waterscheidingskam. Het vertoont een uitgesproken mikroreliëf (zie figuur b4). Het hoogste punt (25m) bevindt zich in het centrale deel van het Schietveld ten noorden van de Schoor- en Schaapsdijkbeek. Ook in het interfluvium tussen de Werijsbeek en de Weehagense beek komen hoger gelegen delen voor (20-24m). Het terrein helt af naar de Werijsbeek toe richting Wuustwezel tot een hoogte van 16m.

##### 1.1.2. Hydrografie.

Het studiegebied behoort tot het stroomgebied van de Maas, meer bepaald tot het deelbekken van de Mark. De beekjes ten noorden van de waterscheidingskam Maas-Schelde zijn duidelijk ingesneden en de dalen zijn redelijk smal en dendritisch vertakt. DE PLOEY (1961) spreekt in dit verband van amfitheatervormige dalstel-



is sterk asymmetrisch: de zuid- of oosthelling is veel steiler dan de noord- of westhelling. In de vallei van de Kleine A of Werijsbeek bedraagt de insnijding 4-5m, wat diep is voor dit gebied. De beken zijn eerder zwak meanderend en de toeleverende loopjes hebben een relatief gestrekt verloop. Het bekenstelsel is sterk antropogeen beïnvloed door rechtekking en oeverregalisatie, vaak in het kader van een ruilverkaveling. Ook de Kleine A werd grotendeels rechtgetrokken, hoewel de oude meanders op sommige plaatsen nog onderscheiden kunnen worden. De A-Werijs is samengesteld uit een aantal beekstelsels (zie figuur b5). De Kleine A (bovenloop van de A-Werijs) ontspringt ten zuiden van Brecht op de Brechtse Heide, ontwatert een groot deel van het plaggenbodemcomplex van Brecht, ontvangt de Schoor- en Schaapsdijkbeek en stroomt door het noordelijk deel van het Groot Schietveld. De enige belangrijke zijrivier van de A-Weerij is de Kleine Beek die met zijn talrijke (hoofdzakelijk kunstmatige) zijbeekjes een belangrijk deel van Wuustwezel ontwatert. Een van de belangrijkste beken langs de oostelijke zijde van het A-Werij bekken is de Weehagense beek die ontspringt op de Brechtse Heide.

Verder werden tal van afwateringsgrachten aangelegd door de mens. Deze zijn duidelijk op de kaart te herkennen door hun hoekig en netvormig patroon. Het hydrografisch stelsel bevat ook tal van vennen en veenmoerassen (gesitueerd in inklinkingen op het waterscheidingsvlak) welke de opslagcapaciteit van het gebied aanzienlijk vergroten. Hierdoor is de waterafvoer kleiner en meer constant over het hele jaar.

De Kempen bezitten een belangrijke watervoorraad in de Miocene, Pliocene en Kwartaire zandige formaties (GULINCK 1966). Door de goede doorlatendheid van deze zandige bodems treedt zelden of nooit oppervlakkige afstroming van het regenwater op. Op regionaal niveau fungeren de Noorderkempen als brongebied (infiltratiegebied): het regenwater dringt eerst in de bodem en vult het grondwater aan (infiltratie); het overschot aan grondwater verplaatst zich geleidelijk naar de depressies waar beken en vennen gevoed worden en hierdoor ontstaan plaatselijk kwelgebieden. Sommige geologische lagen, waaronder de kleien van de Kempen, zijn echter minder doorlatend waardoor subfreatische of half-artesische zones ontstaan (DE BLUST et al. 1984). Binnen het studiegebied doet zich een soortgelijk patroon voor. Het water is hoofdzakelijk afkomstig van plaatselijke neerslag en infiltreert of stroomt af naar het noorden van het terrein (bekken van de Werijs). Het infiltratiegebied bestaat uit hoogten (duincomplexen, interfluvia) waaruit door lateraal watertransport water vervoerd wordt naar lokale depressies en/of beekvalleien. Op de hoogten bevinden zich hierdoor meestal de drogere gronden. De fluktuatie van de grondwatertafel is er meestal groot en wordt sterk beïnvloed door de neerslag. In de depressies en de beek-valleien is er zowel wateraanvoer van neerslag als van lateraal grondwater, waardoor de fluktuatie minder uitgesproken is en de bodems vochtig tot nat zijn. De natuurlijke wateraccumulatie in het gebied wordt echter snel gereduceerd: enerzijds door de natuurlijke waterlopen zoals de Schoor- en Schaapsdijkbeek, de Kleine A of Werijsbeek, de Stapelheidebeek, de Kleine beek, de Grote beek en een klein onbenoemd beekje dat door het 'Moerken' stroomt,

anderzijds door de grachten die door de mens werden aangelegd. Vooral dit laatste heeft grote schommelingen in winter- en zomerwatertafel tot gevolg.

### 1.1.3. Bodemgesteldheid.

Om inzicht te verkrijgen in de bodemstructuur van het onderzoeksgebied, werd uitgegaan van de bodemkaart van België (kaartbladen 7W Wuustwezel en 16W Brecht: DE CONINCK 1957, 1959). Van het Groot Schietveld zijn in deze reeks geen kaarten beschikbaar, maar van een viertal gebieden bestaan bodemkaarten van de dienst Waters en Bossen (houtvesterij Antwerpen). Gedetailleerde kaarten van deze gebieden zijn verder in het rapport opgenomen en worden besproken bij de verschillende aandachtsgebieden.

De textuurvariatie vormt een complex patroon van matig fijne zanden, afgewisseld met grote en kleine vlekken lemig zand met insluitsels van licht zandleem (zie ook appendix 1). Op het scheidingsvlak van Maas en Schelde bevindt zich een brede strook lemig zand en lichte zandleemgrond. Het studiegebied wordt doorsneden door verschillende beken (zie hoger), wat zich uit in de aanwezigheid van profiel-loze alluviale bodems en plagen-gronden in de beekdalen. Het noordelijk deel van de Werijsbeek (of Kleine A) en Grote beek wordt omzoomd door veenbodems en zeer natte lemige zandgronden. Meer naar het zuiden stroomt de Kleine A door zeer natte gronden op lichte klei en natte tot zeer natte lichte zandleemgronden vaak met klei-zandsubstraat beginnend op geringe diepte. Ook langs de Schoor- en Schaapsdijkbeek worden zeer natte lichte zandleembodems aangetroffen. De Kleine beek, die het noorden van het studiegebied doorsnijdt, stroomt door zeer natte lemige zandgronden vaak met een veensubstraat dat zich dicht bij het oppervlak bevindt. Hetzelfde bodemtype wordt aan getroffen rond de Weehagense beek. De interfluvia worden gevormd door podzolen en plagenbodems. Tussen het alluvium van de A-Werijs en de Weehagense beek strekt zich het plagen-bodemcomplex van Loenhout uit. De textuur van deze bodems varieert van zand tot lemig zand. De textuur van de podzolen aanwezig in het studiegebied varieert eveneens van zand tot lemig zand. De zandbodems worden fijner van korrel naar het oosten van het onderzoeksgebied toe. Interfluviale zandgronden zonder profielontwikkeling komen sporadisch voor tussen de Werijsbeek en de Weehagense beek.

## 1.2. Algemene beschrijving van de aanwezige ekotopen en hun relaties.

### 1.2.1. Inleiding.

Voor de aanduiding van de ekotopen, aanwezig in het studiegebied, wordt gesteund op de karteringseenheden weergegeven op de 'Biologische waarderingskaart van België' met bijbehorende verklarende tekst (kaartbladen 8/1 Wuustwezel en 8/5 Brecht: PAELINCKX et al. 1986). De waardering van de karteringseenheden gebeurt a.h.v. de criteria zeldzaamheid, biologische kwaliteit, kwetsbaarheid en vervangbaarheid (DE BLUST et al. 1985), resulterend in 3 waarderingsklassen: biologisch minder waardevol, biologisch waardevol en biologisch zeer waardevol. De volledige oppervlakte van het Groot Schietveld evenals van enkele kleinere percelen in de onmiddellijke omgeving wordt geklasseerd als biologisch zeer waardevol gebied. Daarnaast zijn enkele biologisch waardevolle gebieden gesitueerd in de randzone van het Schietveld (vooral naaldhout- en populierenaanplanten, graslanden en heiderestanten). Het overige deel van het onderzoeksgebied omvat biologisch minder waardevolle gebieden waaronder cultuur-graslanden, akkers en urbane gebieden. Bepaalde delen hiervan (gelegen in de onmiddellijke omgeving van het Groot Schietveld) worden omwille van de aanwezige fauna-elementen opgewaardeerd (weergegeven met arcering). Deze gebieden vervullen een belangrijke functie als bufferzone tussen biologisch zeer waardevolle milieus en omliggende landbouwgebieden.

### 1.2.2. Biologisch zeer waardevolle gebieden.

Het Groot Schietveld omvat een langgerekt centraal deel met uitgesproken microreliëf, waar lateraal afvloeiend of lokaal grondwater stagneert in de plaatselijke depressies en aldus het ontstaan geeft aan talrijke vennen en plassen. Dit gebied is gelegen op de rand van de scheidingskam van Schelde- en Maasbekken. De bodem is opgebouwd uit lemig zand en lichte zandleem waarin plaatselijk minder doorlaatbare, ondiepe leemlenzen voorkomen. De vennen die hierop ontstaan zijn evenals de andere lokale oppervlakte-waters zeer voedselarm (zowel wat betreft mineralen als nutriënten), extreem zuur en door hun oorsprong zeer regenwaterachtig (DENYS & VAN STRAATEN 1990). De middenzone van het gebied bestaat uit een mozaïek van droge (Cg), natte (Ce) en gedegradeerde (Cm) heidepercelen met plekken buntgrasvegetaties (**Spergulo-Corynephoretum**) en talrijke vennetjes (Ao) (zie figuur b6). Naar de randen toe worden deze heidecomplexen droger en in toenemende mate ingenomen door opslag van berk, zomereik en/of grove den. Hier komt droge struikheide-vegetatie (Cg) en gedegradeerde heide met dominantie van pijpestrootje (Cm) voor als ondergroei in naaldhout- of loofhout-aanplanten of in gemengde, zure eikenbossen. Vochtige en gedegradeerde heide komt plaatselijk voor in combinatie met gagelstruweel. Lokaal komen in deze randzones minder zure oppervlaktewaters voor (vb. greppels) die eerder grondwaterachtig van samenstelling zijn en aldus meer mineralen bevatten. De beken die het gebied doorstromen hebben een duidelijk afwijkend water-type.

Ze voeren 'gebiedsvreemd' water aan t.g.v. externe beïnvloeding (o.a. landbouwactiviteiten), wat een invloed uitoefent op de vegetatie langsheen de Werijsbeek, Schoor -en Schaapsdijkbeek en het Moerken. Een klein deel van het militair domein (ter hoogte van het Vossegat) wordt ingenomen door een slenkensbultenmoeras met hoogveenkarakter, ontstaan doordat zuur water uit een hoger gelegen ven overstroomt en vervolgens zeer langzaam insijpelt.

Het centrale gedeelte van het Schietveld wordt omgeven door een gordel van gemengde bossen (+Qb) en oude aanplanten van grove den (***Pinus sylvestris***: Pa, Pmb, Pmh) met ondergroei van blauwe bosbes (***Vaccinium myrtillus***), bochtige smele (***Deschampsia flexuosa***) en/of adelaarsvaren (***Pteridium aquilinum***). Ook in het noordelijk deel van Schietveld (rechts van de baan Brecht-Wuustwezel) komen dergelijke stroken bos voor, evenals een klein perceel eikenhaagbeukenbos met wilde hyacint (***Endymio-Carpinetum***, Qe). Langs de A-Werijs worden verder broekbossen (Vn, Vm) aangetroffen gedomineerd door els (***Alnus glutinosa***). Op de talrijke open plekken komen vochtige wilgenstruwelen (***Salix sp.***; Sf) en natte ruigten met moerasspirea (***Filipendula ulmaria***; Hf) voor, alsook een stuk rietland (Mr). Deze afwisseling van verschillende vegetatietypes weerspiegelt het typische beekdalprofiel van de Werijsbeek. De hoogst gelegen zones (infiltratiezones) worden gekenmerkt door de aanwezigheid van droge heidevegetaties en plaatselijk door de aanwezigheid van vennen. In de randzones van de heidevelden treedt boomopslag en bosvorming op. Naar de beek toe wordt de heide vochtiger en komen gagelstruwelen (***Myrica gale***) voor. De beek zelf wordt omzoomd door een beekbegeleidend broekbos dat iets voedselrijker is door de aanvoer van mineralen-en nutriëntenrijk grondwater.

Het meest noordelijke deel van het Groot Schietveld wordt ingenomen door 'vagen', de laatste niet-ontgonnen graslanden op het militair domein. Ze omvatten een afwisseling van struisgras-vegetatie (***Agrostis sp.***) op zure bodem (***Thero-Airion***) met of zonder opslag (Ha, Hab), mesofiel hooiland (***Arrhenatherion elatioris***, Hub) en geruderaliseerd, verlaten mesofiel grasland (Hrb). De overgang tussen de beekbegeleidende broekbossen en deze vagen wordt gevormd door zones met vochtig wilgenstruweel en een vrij groot, aaneengesloten droog tot vochtig heideperceel.

De kleine, biologisch zeer waardevolle gebieden gelegen buiten het Groot Schietveld omvatten een zeer arm, zuur eikebos (***Quercus sp.***; Qb), een restant mesotroof elzenbos (***Alnus sp.***; Vm) en een gedegradeerde heidevegetatie als ondergroei van een naaldhout-aanplant.

### 1.2.3. Biologisch waardevolle gebieden.

Tot deze categorie behoort de grote zandwinningsplas gevuld met water van het grondwatertype (25-30ha, diepte tot 30m), ontstaan bij de aanleg van de E19-autosnelweg (Ap). Ook de graslanden gelegen aan de rechterzijde van de baan

Brecht-Wuustwezel langs de rand van het Schietveld behoren tot deze waardeklasse. Het betreft een complex van vochtig, licht bemest grasland overwoekerd door russen (**Juncus sp.**; Hj) en graasweiden met Engels raaigras (**Lolium perenne**) en witte klaver (**Trifolium repens**; Hp). Langs de overzijde van de bovenvermelde weg bevindt zich een soortgelijk complex bestaande uit een combinatie van zeer soortenarm grasland (Hc), vochtig, licht bemest grasland al dan niet overwoekerd door russen (**Juncus sp.**; Hj,Hc) en geruderaliseerd, verlaten mesofiel grasland (Hr). Tenslotte omvat deze categorie enkele verspreide stukken populierenaanplant (**Populus sp.**) met ondergroei van ruderaal bos (Lhi) en els (**Alnus sp.**; Lhb).

#### 1.2.4. Biologisch minder waardevolle gebieden.

Deze categorie omvat de landbouwzone gelegen rond het Groot Schietveld, een zone geruderaliseerd, verlaten mesofiel grasland (Hr) en grasland-complexen van sterk bemest, zeer soortenarm mesofiel grasland (Hx) met graasweiden van Engels raaigras (**Lolium perenne**) en witte klaver (**Trifolium repens**; Hp) en akkers op zandige bodem (Bs), hier en daar afgewisseld met bomenrijen. Langs de wegen worden voornamelijk minder dichte bebouwingen met beplanting (Ua) en bebouwing met agrarisch karakter (Ur) aangetroffen.

#### 1.3. Het grondgebruik (occupatiepatroon).

Het centrale deel van het studiegebied wordt ingenomen door het Groot Schietveld van Brasschaat. Deze zone heeft op de gewest-plannen van Turnhout (kaartbladen 8/1 Wuustwezel en 8/5 Brecht, EUROPEES KARTOGRAFISCH INSTITUUT 1977a, b) de bestemming van militair gebied. Een deel van de bossen heeft een uitgesproken economische functie (bosbouw). In andere bossen (o.m. broekbossen en oudere bestanden den) primeert de natuurbehouds- en wetenschappelijke waarde. Dit laatste geldt eveneens voor de heideterreinen, verlaten weilanden en vroegere hooilanden langs de beken. De recreatieve functie van het Groot Schietveld is beperkt tot een kleiduifschietstand en een watersportclub gevestigd aan de noordrand van de E19-kuil. Het effect van betreding is minimaal daar voor niet-militairen een vergunning tot toegang van het gebied vereist is. Het noordelijk deel van het Schietveld fungeert als waterwinningsgebied en is verpacht aan een jagersgroep.

De omgeving van het Groot Schietveld bestaat uit een landschappelijk waardevolle landbouwzone waarvan stukken ruilverkaveld zijn. Verder worden nog enkele stukken bosgebied aangetroffen alsook een parkgebied ten ZW van Wuustwezel. De woongebieden zijn gesitueerd in Wuustwezel en Loenhout, waar ook enkele woonuitbreidingszones voorkomen. Langs de baan Brecht-Wuustwezel en buiten de dorpskern van Loenhout heeft het woongebied een meer landelijk karakter. Hier bevinden zich tevens zones bestemd voor ambachtelijke en kleine- tot middelgrote

bedrijven. Tussen Wuustwezel en het noordelijk deel van het Schietveld komen nog twee kleine bosjes voor met de status van natuurgebied.

## **2. Natuurhistorisch en ecologisch belang van het Groot Schietveld.**

### 2.1. Historisch kader.

#### 2.1.1. Algemene historiek van het Groot Schietveld.

Sinds 1888 is het 'Groot Schietveld van Brasschaat' eigendom van het Ministerie van Landsverdediging. Het 'Kamp van Brasschaat' werd in 1820 onder de regering van Koning Willem der Nederlanden opgericht als oefenzone voor artillerie. Aanvankelijk beperkte deze activiteit zich tot het huidige 'Klein Schietveld'. Tussen 1888 en 1909 werden bijkomende terreinen aangekocht of onteigend, wat de totale oppervlakte van het 'Groot Schietveld' op 1.569ha59a63ca bracht. In 1926 werd een overeenkomst gesloten tussen het Ministerie van Landsverdediging en het Bestuur van Waters en Bossen omtrent het beheer van sommige delen van het terrein. Gezien de evolutie in de begroeiing en de erkenning van de natuurwetenschappelijke waarde van dit militair domein, werd een nieuwe overeenkomst gesloten in 1987. In 1983 werd de 'Natuurwerkgroep Groot en Klein Schietveld van Brasschaat' opgericht, samengesteld uit vrijwilligers. Zij houden zich bezig met onderzoek naar de flora en fauna van het gebied, alsook met de uitvoering van beheerswerken.

#### 2.1.2. Kultuurgeschiedenis.

Het vroege landschap van de Kempen week sterk af van dat van de omliggende gebieden. De streek bleef lange tijd zeer dun bevolkt, waarbij de bewoning geconcentreerd was tussen de rivier- en beekdalen en de hoge gronden. De meest vruchtbare gronden waren gesitueerd in de nabijheid van de beken, terwijl de dalen zeer nat waren en regelmatig overstromden (moerasbos), en de hoge gronden zeer droog en voedselarm bleven (arm loofbos). De akkers strekten zich uit rond de dorpskernen en gehuchten. Tijdens de middeleeuwen nam de massale ontbosing van de Kempen een aanvang. Tegelijkertijd kende het gebied een toenemende kolonisatie. De regeneratie van ontboste gebieden werd verhinderd door beweiding met schapen, afbranden, kappen en plaggen. Dit gaf het ontstaan aan grote heidevelden. Deze heide was van groot economisch belang daar ze voorzag in een belangrijk aantal grondstoffen (o.a. brandhout, wol, vlees, honing). Plaggen werden, na in de stal als bodembedekking te hebben gediend, gebruikt om de akkers te bemesten (heidepotstalsysteem). Hierdoor werden de akkers geleidelijk opgehoogd en aangerijkt met een donkere humeuze laag (plaggenbodems). Tegelijkertijd

verarmde de heidebodem en onstonden de typische podzolbodems. De grens tussen deze twee bodemtypes tekent zich ook nu nog scherp af en valt samen met de grens van de vroegere akkers. De heideoppervlakte was het grootst omstreeks het midden van de 18e eeuw. Rond deze periode nam de herbebossing met naaldhout een aanvang. In 1770-1778 werd de Kabinetskaart van de Oostenrijkse Nederlanden (DE FERRARIS 1770) opgetekend. Deze kaart toont de zeer uitgestrekte heidevelden met verspreide dorpen en de grote moerasgebieden gelokaliseerd in de beekdalen. Het landschap vertoonde een hoge structuurdiversiteit t.g.v. kleinschalige ingrepen.

Vanaf het begin van de 20e eeuw maakte de intrede van kunstmest de heide economisch waardeloos. Vele heidegebieden werden ontgonnen en omgezet in landbouwgebied. Binnen het studiegebied was het Groot Schietveld in het begin van deze eeuw het enige grote aaneengesloten heiderestant (N.G.I. 1934-1940). De kleinschalige landbouw werd vervangen door grootschalige ingrepen. Een aantal levensgemeenschappen zoals moerassen, moerasbossen, schrale graslanden en heiden ging sterk in aantal en oppervlakte achteruit. In het begin van deze eeuw werd tevens een aanvang gemaakt met de aanleg van een dicht systeem van ontwateringsgreppels in het bekken van de A-Werij. Ondanks de vaak grote veranderingen in de beekdalen bleven, in het noordelijk deel van het Groot Schietveld, belangrijke restanten van broekbossen en drassige hooilanden behouden. Doorgedreven intensifiëring van de landbouw waardoor hooilanden omgezet worden in sterk bemeste graasweiden, en grootschalige ingrepen zoals regulering van beken en drainage vormen evenwel een rechtstreekse bedreiging voor dit landschap.

## 2.2. Karakteristieken van de aanwezige ekotopen - waardering.

Zoals reeds aangehaald vormt het Groot Schietveld één van de laatste uiterst waardevolle vochtige heiderelicten in onze Kempen, en vervult het de functie van refugium voor een groot aantal zeldzame plantensoorten (waaronder belangrijke grondwaterafhankelijke begroeiingen, zie o.a. STRYCKERS & VERHEYEN 1978) en diersoorten. Zowel vanuit de werkgroep als vanuit wetenschappelijke hoek bestond dan ook steeds een ruime belangstelling voor de flora en fauna van dit gebied. In wat volgt zal een overzicht gegeven worden van de verschillende onderzoeken welke een bijdrage leverden tot de belangrijke ecologische waardering van het Groot Schietveld.

### 2.2.1. Flora.

Door DENYS (1985) werd onderzoek verricht naar de diatomeeënflora van een aantal zure waters op het militair domein. In totaal werden 260 taxa, behorend tot 25 genera, opgetekend; 37 van de geobserveerde taxa werden nooit eerder in België waargenomen, terwijl 82 tot dantoe onbekend waren voor de Kempen. De

aanwezige diatomeeënflora vormt een goede indicatie voor de zuurtegraad en voedselrijkdom van het milieu waarin ze voorkomen, en de studie ervan draagt bij tot een betere hydrobiologische kennis van het gebied.

Verspreid over het Groot Schietveld worden een groot aantal korstmossen (ANONIEM, 1983) en zwammen (o.a. DUPONT 1982; DE MEULDER 1985) aangetroffen. Door DE BOCK & ARTS (1983) werd een inventarisatie gemaakt van de blad- en levermossen in verschillende delen van het terrein. In hun studie werd o.a. gewezen op de nauwe relatie tussen het voorkomen van bepaalde soorten en de hydrologie van het gebied. Mossen bleken goede indicatoren voor de graad van eutrofiëring, de waterhuishouding en de schommelingen van de grondwatertafel. Tevens is het Groot Schietveld één van de weinige vindplaatsen in België van **Riccardia incurvata** (ARTS & STIEPERAERE 1985). Dit mos komt typisch voor in een pioniersvegetatie op gestoorde, vochthoudende voedselarme en lichtzure tot neutrale zandgrond.

Het grootste deel van de floristische studies werd uitgevoerd op hogere planten. Van de verschillende I.F.B.L.-uurhokken, gelegen op het Groot Schietveld, werden streeplijsten opgesteld. Bovendien werden van een aantal zeer waardevolle gebieden meer gedetailleerde vegetatieopnamen gemaakt. Zo maakten DE BOCK & MAES (1985) een studie over de 'Vagen', gesitueerd in het uiterst noordelijke deel van het Schietveld (zie hoger). Gezien de situering van de 'Vagen' binnen een zone van sterk bemeste akkers en hooilanden, en de rijkdom aan biotopen en de nog vrij grote oppervlakte, vormt dit gebied een refugium voor een groot aantal planten- en diersoorten. VAN LOOKEN (1985) ontdekte in een zeer vochtig gebied (t.h.v. het 'Moerken') gekenmerkt door **Calluna vulgaris**, **Erica tetralix**, **Eriophorum angustifolium**, **Molinia caerulea**, **Narthecium ossifragum**, **Viola palustris**, **Sphagnum** sp. een standplaats van **Dactylorhiza sphagnicola**. Dit is de enige vindplaats van deze orchidee in de Kempen buiten Rekem. DE BLUST & DENYS (1984) beschreven een merkwaardige gemengde vegetatie van **Illecebrum verticillatum** met **Litorella uniflora**. In het noordwesten van het 'Vossegat' zorgt een ven voor continue waterafvoer naar lager gelegen vochtige heideterreinen. Door de constante vochtigheid, alsook de aanwezigheid van oppervlakkige leemlaagjes, geeft aanleiding aan hoogveenachtige omstandigheden, waarin soorten voorkomen als **Andromeda polifolia** (Lavendelheide), **Oxycoccus palustris** (Veenbes) en enkele zeer opmerkelijke veenmossoorten (o.a. **Sphagnum magellanicum**). Al deze soorten behoren tot sterk bedreigde taxa van onze flora en maken het Vossegat tot een uniek gebied in de Kempen.

### 2.2.2. Fauna.

Met betrekking tot de aanwezige fauna-elementen is het Groot Schietveld eveneens van uitzonderlijk groot belang.

Het avifaunistisch belang van het gebied is reeds lang onderkend (o.a. VERHEYEN



Tabel 2.1: Broedvogelinventaris Groot Schietveld (periode 1975-1988); X= geslaagde broedp.; (X)= mislukte broedp.; X?= mogelijke broedp.

1971; COOLSAET 1974; FAES & VERHEYEN 1976). Omwille van de grote avifaunistische waarde (broedgebied, rustgebied, foerageergebied, doortrekgebied) is het gebied trouwens opgenomen in de lijst van 'gebieden van bijzondere ornithologische betekenis in de E.E.G.' (EG-richtlijn 79/409/EEG van 2 april 1979) en behoort het bovendien tot de 'Ramsar-gebieden' (VAN VESSEM & KUYKEN 1986). Tabel 2.1 geeft een overzicht van de bijzonderste broedvogels aanwezig op het Groot Schietveld in de periode 1975-1988 (samengesteld a.h.v. broed-vogelgegevens verzameld door o.a. L. Benoy, G. Bulteel, J. Cox, J. De Ridder, V. Dupont, P. Maes, D. & O. Schietecatte, J. Van Ammel, A. Van Hecke, H. Voet) .

Een aantal van deze soorten (in tabel 2.1 aangeduid met \*) is bedreigd en/of in hoge mate afhankelijk van typische biotopen zoals voorkomend op het Groot Schietveld (MAES 1984):

\* Wintertaling (**Anas crecca**): verdwijnt of wordt zeer zeldzaam in de Kempen t.g.v. allerhande ingrepen waaronder verlaging van de grondwatertafel, kappen van houtwallen, ophogen van vochtige depressies, dempen van veedrinkpoelen,... De betekenis van de resterende heidevelden als optimale biotoop kan dan ook niet genoeg benadrukt worden.

\* Korhoen (**Tetrao tetrix**): de toestand van deze soort is zeer dramatisch. Het Groot Schietveld vertegenwoordigde tot voor kort de belangrijkste broedplaats van deze soort in de Antwerpse Kempen, maar tijdens de laatste jaren is het aantal individuen drastisch afgenomen: op het Klein Schietveld is de soort reeds sinds het eind van de jaren zeventig verdwenen; het Groot Schietveld herbergt thans niet meer dan enkele individuen. Hoewel de oorzaken van deze drastische achteruitgang zeer complex zijn, mag aangenomen worden dat globale ontwaarding (kwalitatief en kwantitatief) van rijk geschakeerd biotopen hierbij aan de basis ligt.

\* Wulp (**Numenius arquata**): de broedpopulatie is de laatste jaren afgenomen, mogelijk t.g.v. toenemende boomopslag in de aan de periferie van het Schietveld gelegen territoria. Er blijven hierdoor te weinig open kontaktzones tussen heide en weiland beschikbaar, waardoor het voor adulte vogels steeds moeilijker wordt om hun pulli naar de weilanden te voeren. In grote delen van de Kempen broedt de wulp in weilanden, maar de broeddensiteit in deze zones is veel lager dan op heidevelden.

\* Nachtzwaluw (**Caprimulgus europaeus**): het aantal zangposten varieert sterk tussen de verschillende jaren, maar het Groot Schietveld vormt de voornaamste broedplaats van deze soort in de Antwerpse Kempen. Tijdens de laatste jaren wordt steeds meer alarmerend bericht over de achteruitgang van de Nachtzwaluw.

\* IJsvogel (**Alcedo atthis**): broedt onregelmatig in de nabijheid van de Werijsbeek.

\* Boomleeuwerik (**Lullula arborea**): in de Antwerpse Kempen is het aantal broedparen de laatste jaren drastisch teruggelopen. De achteruitgang is in de eerste plaats te verklaren door biotoop-verlies (te sterke boomopslag, bebouwing, recreatie, bebouwing,...). Grote, ongefragmenteerde gebieden (zoals het Schietveld) verdienen m.b.t. deze soort verhoogde bescherming.

\* Tapuit (**Oenanthe oenanthe**): het voorkomen van deze soort op het militair domein is afhankelijk van de aanwezigheid van kale of vegetatie-arme brandvlakten.

De tapuit broedt in de Kempen nog slechts in zeer klein aantal.

\* Sprinkhaanrietzanger (**Locustella naevia**): deze soort is op het Groot Schietveld geen jaarlijkse broedvogel meer. De meest geschikte biotopen zijn te sterk dichtgegroeid.

\* Grauwe klauwier (**Lanius collurio**): het laatste broedgeval op het Groot Schietveld werd vastgesteld in 1976. Deze soort is sinds enkele jaren vrijwel geheel uit de Antwerpse Kempen verdwenen.

\* Geelgors (**Emberiza citrinella**): deze soort gaat in de Antwerpse Kempen sterk in aantal achteruit. Geelgorzen komen in klein aantal nog enkel voor op ongekultiveerde terreinen (zoals heidevelden).

Op figuur b7 staan de voornaamste broedgebieden aangegeven. Een eerste belangrijk complex wordt gevormd door de vennen (1), (2) en (3) in combinatie met de brandgracht (4) en de aangrenzende zanduitgraving (5). Hier broeden vooral dodaars, geoorde fuut, wintertaling, kuifeend en bergeend. Een tweede belangrijke zone bestaat uit het Huikven met omliggende satelietsvennen (10) waar we dezelfde broedende soorten aantreffen. Een derde zone is gelegen rond de vennen (8) en (9), waar naast bovenvermelde soorten eveneens slobbeend, tureluur en watersnip als broedvogel worden aangetroffen. Deze laatste zone is tevens uiterst belangrijk als slaapplek voor de regenwulp (Ramsargebied!). Broedende wulpen komen verspreid over de gehele doelzone voor en maken er voor het foerageren gebruik van vochtige zones.

Naast de talrijke ornithologische studies wordt in het gebied eveneens onderzoek verricht aan insecten. Zo wordt een uitgebreide studie gemaakt over dag- en nachtvlinders (LAPS & VAN BESAuw 1984) en werd in 1978 gestart met de inventarisatie van een groot aantal insectenfamilies (waterwantsen, waterkevers, loopkevers, vliegen, libellen, graafwespen: ANONIEM 1978). Uit al deze studies blijkt dat het Groot Schietveld tal van zeldzame tot zeer zeldzame insectensoorten herbergt. Met betrekking tot de libellenfauna vond MICHIELS (1986) vooral typische heidesoorten, en voor de maanwaterjuffer (**Coenagrion lunulatum**) en venwitsnuitlibel (**Leucorrhinia dubia**) kan het Groot Schietveld beschouwd worden als een van de meest belangrijke voortplantingsgebieden in België. De meest interessante waarneming uit het gebied vormt volgens MICHIELS (1986) deze van de tengere grasjuffer (**Ischnura pumilio**) daar deze soort verder vrijwel uitsluitend wordt aangetroffen in Limburg en Zuid-België. Van de koraaljuffer (**Ceragrion tenellum**) die strikt beperkt is tot de Kempen, vormt het Groot Schietveld naast Kalmthout de meest westelijke vindplaats en vervult het gebied als dusdanig een belangrijke rol bij het in stand houden van het areaal van deze soort.

In herpetologisch opzicht vormt het Groot Schietveld een uniek gebied voor Vlaanderen. Het verslag van VAN HECKE & HORDIES (1978) bevat een volledige inventarisatie van de herpetofauna van het gebied. De met \* aangeduide soorten behoren tot de niet algemeen verspreide tot zeldzame soorten in het Vlaamse gewest (THOEN 1985). In totaal komen 9 soorten amfibieën voor: alpenwatersalamander (**Triturus alpestris**), kamsalamander (\***Triturus cristatus**), vinpoot-

salamander (**\*Triturus helveticus**), kleine watersalamander (**Triturus vulgaris**), gewone pad (**Bufo bufo**), rugstreeppad (**\*Bufo calamita**), heikikker (**\*Rana arvalis**), groene kikker (**Rana esculenta-complex**) en bruine kikker (**Rana temporaria**). Het grootste deel van de salamandersoorten wordt aangetroffen in de 'Brandgracht', waar ze zich tevens voortplanten. De rugstreeppad en heikikker vormen de meest typische bewoners van heidegebieden en komen plaatselijk nog talrijk voor op het Groot Schietveld. De heikikker wordt buiten de aquatische fase vooral aangetroffen in moerasgebieden en vochtige overgangsgebieden. Groene kikkers komen verspreid, talrijk tot zeer talrijk voor over het gehele gebied. Bruine kikkers daarentegen worden minder frekwent waargenomen. De afgesloten meanders van de Werijsbeek vormen voor deze laatste soort een ideale biotoop om hun eipakketten af te zetten.

Op figuur b7 staan de belangrijkste bekende voortplantingspoelen (4), (6), (7) en (11) van amfibieën aangegeven.

Op het Groot Schietveld worden verder ook 3 reptielensoorten aangetroffen: hazelworm (**\*Anguis fragilis**), levendbarende hagedis (**\*Lacerta vivipara**) en adder (**\*Vipera berus**). Vooral het talrijk voorkomen van de adder verdient speciale aandacht vermits het waarschijnlijk de laatste levensvatbare populatie in Vlaanderen betreft (THOEN 1985; VAN HECKE & HORDIES 1985; SANDERS 1988).

Tenslotte wordt de aanwezigheid van volgende zoogdiersoorten op het Groot Schietveld vastgesteld: rosse vleermuis (**Nyctalus noctula**), vos (**Vulpes vulpes**), bunzing (**Putorius putorius**), hermelijn (**Mustela erminea**), wezel (**Mustela nivalis**), egel (**Erinaceus europaeus**), bosspitsmuis (**Sorex araneus**), mol (**Talpa europea**), ree (**Capreolus capreolus**), konijn (**Oryctolagus cuniculus**), haas (**Lepus europaeus**), eekhoorn (**Sciurus vulgaris**), huismuis (**Mus musculus**), dwergmuis (**Micromys minutus**), veldmuis (**Microtus arvalis**), bosmuis (**Apodemus sylvaticus**), woelrat (**Arvicola terrestris**) en muskusrat (**Ondatra zibethica**) (VERHEYEN 1971).

Uit dit beperkt overzicht blijkt reeds duidelijk de unieke biologische waarde van het Groot Schietveld, welke in hoge mate gerelateerd is tot de waterafhankelijkheid van het gebied. Dit laatste maakt het Groot Schietveld evenwel tot zeer kwetsbare zone, waarbij het behoud van haar zeldzame fauna- en flora-elementen in belangrijke mate afhankelijk is van het vrijwaren van het vochtige karakter van het gebied.

### 2.3. Bedreigingen.

Naast de Kalmthoutse heide kan het Groot Schietveld beschouwd worden als het laatste relatief ongefragmenteerde vochtige heidecomplex met grote oppervlakte van de Noorderkempen. Het vormt hierbij een belangrijk refugium voor een groot aantal unieke planten- en diersoorten (zie 3.2.1. & 3.2.2.). Uit talrijke wetenschappelijke publicaties blijkt de zeer hoge inschatting van de globale biologische waarde van het gebied.

Het noordelijk deel van het Groot Schietveld fungeert als waterwinningsgebied met grote capaciteit. Deze activiteit vormt een bedreiging voor het waterafhankelijke karakter van het gebied (STRYCKERS & VERHEYEN 1978), mede doordat supplementaire ont-watering in de hand wordt gewerkt door sterke drainage van de omliggende landbouwzone in het kader van waterbeheersing t.b.v. ruilverkaveling. Recreatieve invloeden zijn, zoals eerder vermeld, gering en vormen onder hun huidige vorm geen wezenlijke bedreiging voor het gebied. De doelzone van het militair terrein bezit hoge biologische waarde door het voedselarm karakter, sterk microreliëf met vennen en afwisseling van vochtige en drogere zones. Door het regelmatig optreden van branden is de zone onderhevig aan een vrij grote milieudynamiek wat zich uit in de verdere uitbreiding van pijpestrootje. Ten gevolge van deze branden wordt boomopslag evenwel afgeremd. Potentiële bedreigingen voor het gebied worden tenslotte gevormd door het verder kappen van houtwallen, overbemesting, periodiek optredende verontreiniging van de Werijsbeek via dumping van mestover-schotten, inplanting van sluikstorten in het noordelijke deel van het gebied en voortschrijdende verstedelijking.

**DEEL III****MILIEU-EFFEKTVOORSPELLING****1. Effekten op het abiotisch milieu : water, bodem, lucht, geluid en trillingen.**1.1. Inleiding.

In het kader van deze effectstudie wordt met betrekking tot het abiotisch milieu enkel onderzoek verricht naar de componenten water en bodem, gezien bij een wateronttrekking geen effecten te verwachten zijn op de componenten lucht, geluid en trillingen. Onderzoek naar de waterhuishouding wordt in voorliggend deel van het onderzoek in eerste instantie afgestemd op effecten m.b.t. het biotisch milieu (fauna en flora) en de landbouwkundige waarde van de bodem.

1.2. Synthese van de effecten op de waterhuishouding.

De effecten van ingrepen op de waterhuishouding uiten zich zowel in een verandering van de waterkwantiteit als in wijzigingen van de waterkwaliteit. De invloed van een grondwaterwinning op de waterhuishouding is globaal in 2 categorieën onder te brengen (UDO DE HAAS et al. 1980; VAN WIRDUM 1981):

- een al dan niet plaatselijke daling van de gemiddelde grondwaterstand, samen met een vergroting van de fluktuaties tussen hoogste en laagste peil.
- een verandering van de intensiteit en mogelijk zelfs van de richting van de grondwaterstroming, waardoor de wegzijging toeneemt en de kwel afneemt.

De grondwaterstand is rechtstreeks van invloed op de vochtbeschikbaarheid, en de relatie tussen grondwater en bodem hierbij is zeer direkt. In het bodemprofiel kunnen naar het voorkomen van water in het algemeen drie zones onderscheiden worden: in de grondwaterzone (onderste laag) zijn alle poriën gevuld met grondwater; de middelste zone (capillaire laag) bevat grondwater dat door capillaire werking boven het freatisch vlak uitstijgt, waardoor in het bovenste deel van deze laag naast water ook lucht aanwezig kan zijn in de poriën; in de hangwaterzone (bovenste laag) bevindt zich eveneens capillair gebonden water dat echter afkomstig is van regenwater dat in de grond is achtergebleven. Zowel de grondwaterzone als de capillaire zone worden aldus beïnvloed door de stand van het grondwater. Op de bodemkaarten gebruikt men een indeling in draineringsklassen om de diepte van het grondwater t.o.v. het maaiveld aan te geven (zie appendix 2). De indeling is gebaseerd op de maximale hoogte die het grondwater bereikt

en (voor natte gronden) op de tijd dat het grondwater tot in de bovengrond staat (DE CONINCK 1957, 1959). Men dient hierbij evenwel rekening te houden met de textuur van de bodem. Zo is in vergelijking met bv. klei, de doorlaatbaarheid van zandige bodems veel groter en het vermogen om water vast te houden veel kleiner. Als gevolg hiervan uiten schommelingen in de grondwaterstand zich scherper bij zandbodems dan bij leem- of kleibodems.

De vorming van de plaatselijke daling is vanzelfsprekend afhankelijk van de geologische opbouw. De grondwatertafel kan opgebouwd zijn uit verschillende grondwaterlagen, waarvan de onderlinge afhankelijkheid varieert naargelang de geologische formatie. De bovenste grondwatertafel is dan uiteindelijk deze die rechtstreeks inspeelt op de vochtbeschikbaarheid. Het is dus van belang, zo mogelijk als pompingslaag niet deze bovenste laag te nemen. Dit gebeurt NIET bij deze grondwaterwinning.

Het grondwater oefent een grote invloed uit op de aanwezige voedingsstoffen en nutriënten in de bodem. Veranderingen van de waterhuishouding, in het bijzonder verlagingen van de grondwaterstand, hebben tot gevolg (1) dat natte gronden droger worden, (2) dat de doorluchting ervan toeneemt. Hierdoor verhoogt ook de mineralisatie, waardoor wateronttrekkingen in de regel een voedselverrijkend (eutrofiërend) effect hebben (o.a. GROOTJANS 1975; LONDO 1988). Dit effect is het sterkst op venige en sterk humeuze bodems.

Ook de kwaliteit van het grondwater verandert onder invloed van een waterwinning. Grondwater vertoont aanvankelijk vooral kenmerken van regenwater of atmosferisch water (athmotroof grondwater). Naarmate het verder in de bodem dringt, verkrijgt het steeds meer eigenschappen van de ondergrond waar het doorheen stroomt, en wordt lithotroof grondwater genoemd. De chemische samenstelling ervan verandert geleidelijk, waardoor ondermeer het kalk- en hydrocarbonaatgehalte stijgt en daarmee ook de zuurtegraad (pH) en het elektrisch geleidingsvermogen toeneemt (VAN WIRDUM 1980; KEMMERS & JANSEN 1985). Door onttrekking van grondwater wijzigt de verblijfsduur van het grondwater in de bodem: het grondwaterniveau daalt veel sneller en dieper, de oppervlakkige afvoer van het neerslagoverschot naar greppels en beken valt weg en het overschot wordt nog uitsluitend afgevoerd naar de ondergrond (KEMMERS & JANSEN 1985). Deze veranderingen hebben een effect op de chemische samenstelling van het water.

Op basis van de thans beschikbare inzichten in de processen die door de waterhuishouding worden gestuurd, kan een ingreep/effekt relatieschema opgesteld worden (STUDIECOMMISSIE WATERBEHEER- NATUUR, BOS EN LANDSCHAP 1988). Figuur 3.1 toont dergelijk schema voor de invloed van een grondwaterstands daling, en geeft de globale effecten weer op het abiotisch milieu. De relatieve veranderingen zijn uiteraard afhankelijk van de uitgangssituatie.

### 1.2.1. Reikwijdte van het studiegebied.

Het hydrogeologisch deel van deze studie wordt uitgevoerd door het Geologisch Instituut, Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrologie (Rijksuniversiteit Gent) onder leiding van Prof. Dr. W. De Breuck. De afbakening van het studiegebied gebeurde in functie van

- de te verwachten reikwijdte van de afpompingskegels van de verschillende lokatiezones;
- de kennis over waterscheidingen tussen de aanwezige beken: het gebied wordt in het oosten begrensd door de waterscheidingskam tussen de Weehagense beek en de Hengstbroekse beek, in het noorden door de Kleine Beek, en in het zuiden door de Schoor-en-Schaapsdijkbeek;
- het mathematisch model dat gebruikt wordt in deze studie, waarbij het modelgebied aldus gekozen werd dat het aantal cellen niet te groot of te klein was.

Zowel de reikwijdte van het studiegebied als de gebruikte celgrootte in het mathematisch model werd in overleg tussen de deelnemende milieudisciplines en de opdrachtgever vastgelegd. Om de effecten van de winning op het biotisch milieu te bespreken werden daarenboven in de zone MARUM drie aandachtsgebieden aangeduid die als biologisch zeer waardevol te beschouwen zijn (zie 2.3.).

### 1.2.2. Methodologie.

#### *zone MARUM*

Voor de simulaties m.b.t. de beschrijving van de watertafelstand en de grondwaterstroming wordt door het laboratorium voor toegepaste geologie gebruik gemaakt van een mathematisch model (BUYSSE et al. 1986). In dit model wordt een veellagig grondwaterreservoir beschouwd, opgebouwd uit een aantal doorlatende en half- of niet doorlatende lagen. In de doorlatende lagen wordt de stroming uitsluitend horizontaal beschouwd, in de slecht doorlatende lagen uitsluitend vertikaal. Onderaan is het grondwaterreservoir steeds begrensd door een ondoorlatend substraat, bovenaan door de grondwaterspiegel. Het reservoir wordt ingedeeld in een aantal cellen welke voorkomen in kolommen en rijen (aantal afhankelijk van het studiegebied). Het aantal lagen komt overeen met het aantal doorlatende lagen in het modelgebied (in dit geval drie doorlatende lagen gescheiden door twee moeilijk doorlaatbare lagen). In het studiegebied wordt een mazennetwerk gebruikt met vierkante cellen (100 m zijde). In het model voor de zone MARUM werd rekening gehouden met de aanwezige zandige laagjes tussen de klei- en leemlagen van de Kempische formatie.

Bij gebruik van dit model dient rekening gehouden te worden met grensvoorwaarden. In de cellen die het gebied begrenzen, wordt de grensvoorwaarde voor elke cel vastgelegd waarna in deze cellen geen berekeningen worden uitgevoerd. De grootte van het model-gebied komt aldus overeen met de cellen die binnen deze



grenscellen gelegen zijn. Voor elke laag dienen vervolgens voor elke cel een aantal hydraulische parameters (die de betreffende laag karakteriseren) te worden ingevoerd. Het betreft hier de horizontale doorlatendheid voor elke doorlatende laag en de hydraulische weerstand voor elk grensvlak tussen twee doorlatende lagen. Verder worden volgende basisgegevens in het model ingevoerd:

- voeding van het grondwaterreservoir door neerslag,...(infiltratie);
- onttrekking of injectie van water in een bepaalde cel;
- punten met vaste stijghoogte (plas, vijver, kanaal,...);
- waterlopen in de bovenste laag.

Nadere details omtrent de werking van het model en de aard van de ingevoerde parameters worden verstrekt in het hydrogeologische deel van deze studie.

### *zone SCHIETSTAND*

Het mathematisch model voor de zone SCHIETSTAND werd meer tentatief opgesteld dan het model van de zone MARUM. Bij het opstellen van het model werd opgesteld met twee doorlatende lagen. Hierdoor is minder rekening gehouden met de heterogeniteit wat betreft permeabiliteit van de bodem van het Groot Schietveld.

### *zone PERIFERIE*

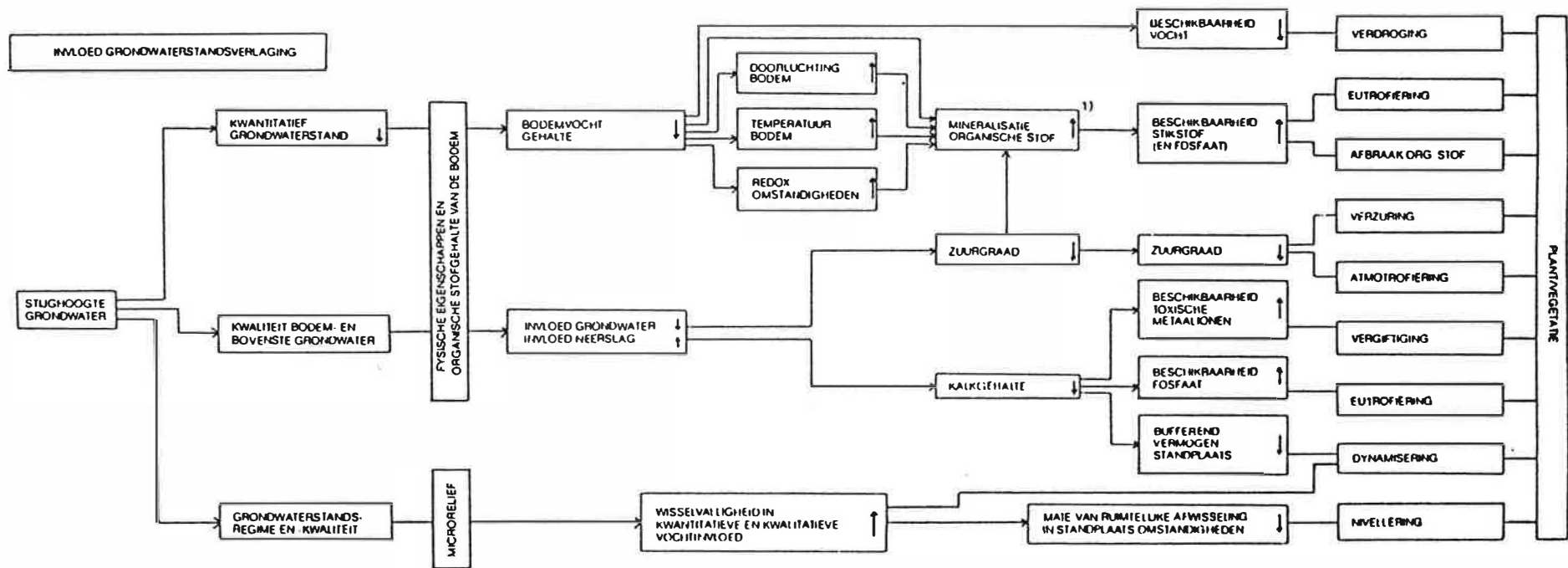
Voor deze zone werd geen mathematisch model opgesteld.

### *zone LOENHOUT*

Voor de lokatiezone LOENHOUT werd het mathematisch model dat opgesteld werd voor de zone MARUM uitgebreid in noordelijke richting en heeft aldus dezelfde karakteristieken.

## 1.2.3. Afstemming van het onderzoek naar waterhuishouding en biotisch milieu.

In een ecosysteem zijn planten en dieren door velerlei betrekkingen en wisselwerkingen met elkaar en hun omgeving verbonden. In dit complex relatieschema vormen flora en fauna de biotische component, terwijl bodem, klimaat en water de abiotische component uitmaken. In een ecosysteem vervult water een zeer belangrijke rol als grondstof voor de opbouw en instandhouding van organismen en als transportmedium voor allerlei voedingsstoffen. Veranderingen in het waterregime of in de fysisch-chemische aard van het water kunnen dan ook leiden tot belangrijke veranderingen in of ontregeling van het ecosysteem, waarna gezocht dient te worden naar een nieuwe evenwichtssituatie. In 1.2. werd reeds aangegeven welke effecten op de waterhuishouding kunnen verwacht worden na onttrekking van water uit een gebied. Op welke manier deze effecten inwerken op het biotisch milieu wordt verder nader onderzocht.



Figuur 3.1: Ingreep/effekt-relatieschema m.b.t. een grondwaterstandsvaling (uit SWNBL 1988).

Een van de gevolgen van een waterwinning met directe invloed op het biotisch milieu (in de eerste plaats op de vegetatie) is daling van de grondwaterstand. Het effect van een daling van de watertafel is echter zeer verschillend naarmate het grondwater zich op verschillende diepten onder het maaiveld bevindt. We bespreken daarom de berekende verlagingen van de watertafel t.g.v. de winning in relatie tot de stand van het grondwater t.o.v. het maaiveld. De gemiddelde grondwaterdiepte (jaargemiddelde) schommelt daarenboven onregelmatig rond een gemiddelde waarde, te wijten aan natuurlijke fluktuaties. Hoewel dalingen veroorzaakt door waterwinning vaak geringer zijn dan de natuurlijke schommelingen, vergroten ze in belangrijke mate de fluktuaties tussen de minimale en maximale waarde. Biotopen die gebonden zijn aan een vrij constante watertafel (of aan welbepaalde minimale en maximale waarden) zullen door deze 'extra' schommelingen sterk beïnvloed worden (GROOTJANS 1975).

Het mathematisch model dat in deze studie gebruikt wordt, simuleert echter geen veranderingen in de tijd (zoals b.v. seizoensfluktuaties) vermits de gebruikte parameters in principe jaargemiddelden zijn. Het is wel mogelijk de grondwaterstand op een bepaald tijdstip in het jaar te simuleren, zodat veranderingen in waterstandsfluktuaties kunnen berekend worden. Dergelijke berekeningen vragen heel wat rekentijd, waardoor enkel voor een aantal representatieve cellen in het waterwingebied deze seizoensfluktuaties van de grondwatertafel berekend werden. Met betrekking tot het voorspellen van effecten op de vegetatie speelt vooral de voorjaarsgrondwaterstand een belangrijke rol (RUNHAAR 1989, zie ook 2.2.3.). Daarom werd, naast de gemiddelde grondwaterstand, ook de voorjaarsgrondwaterstand (begin april) gesimuleerd.

In 1.2. werd aangehaald dat waterwinning een invloed kan uitoefenen op de intensiteit en mogelijk ook op de stroomrichting van het grondwater. Hydrologisch vormt het Groot Schietveld een infiltratiegebied (zie ook deel II, 2.1.2.). Op de hogere delen van het gebied vindt voornamelijk inzijging van neerslag plaats (infiltratie), welke zich vervolgens samen met het grondwater verplaatst naar lager gelegen delen. Hier treedt het lokaal uit aan de oppervlakte (kwel), waarna het vervolgens afgevoerd wordt door het bekennet. Om eventuele wijzigingen in het stromingspatroon (richting en snelheid) van het grondwater in de watervoerende laag t.g.v. waterwinning in het studiegebied op te sporen, wordt gebruik gemaakt van hydrogeologisch kaarten waarop Darciaanse horizontale snelheden aangegeven worden.

### 1.3. Beschrijving van de waterhuishouding in de referentiesituatie.

Om mogelijke effecten van de waterwinning te kunnen evalueren, dient een vergelijking gemaakt te worden met een situatie waarbij niet gepompt wordt (blanco). Als referentiesituatie wordt de toestand voor 1980 aangenomen daar in augustus 1980 door PIDPA met de winning van drinkwater in het gebied werd gestart.

De **gemiddelde** diepte van de watertafel onder het maaiveld in afwezigheid van waterwinning wordt weergegeven op figuur b8b. Belangrijk hierbij is dat op verschillende plaatsen in het studiegebied het grondwater gelijk of boven het maaiveld staat. Dit is o.a. het geval in het gebied 'Moerken,' gelegen aan de noordrand van het Groot Schietveld links van de baan Brecht-Wuustwezel. Zoals uit de bespreking van de aandachtsgebieden zal blijken (zie verder) is dit gebied zeer vochtig en bevat het veel grondwaterafhankelijke plantensoorten. Ook in het centraal deel van het oefenterrein komen plaatselijk plekken voor waar de watertafel boven het maaiveld staat, terwijl in de landbouw-gebieden ten zuiden van het Schietveld het grondwater eveneens dicht bij het oppervlak staat (0-0.50m). Naar het NO, richting Loenhout, daalt de grondwaterstand tot  $\pm 3.5\text{m}$  onder het maaiveld. In de vallei van de Werijsbeek bevindt het grondwater zich gemiddeld ongeveer 0.5m onder het oppervlak.

Figuur b8a geeft de berekende stijghoogte en de horizontale Darciaanse snelheid zonder pompen weer. De stijghoogte varieert tussen 15.5m in het noorden van het studiegebied tot 23m in het westen. De algemene stroomrichting van het grondwater verloopt noordwaarts. Vooral het verloop van de Werijsbeek en de Weehagense beek zijn goed te volgen. De Werijsbeek ontvangt water van de Schoor- en Schaapsdijkbeek en van de Stapelheidebeek en voert dit af in noordelijke richting. De Weehagense beek voert het water vooral af in noordoostelijke richting. Via een afvoerkanaal, parallel met de baan, wordt water van de Werijsbeek afgevoerd naar de E19-kuil en zo verder noordwaarts. In de militaire oefenzone zelf is de afstroming zeer gering en ook in de interfluvia is de snelheid van de horizontale stroming laag.

#### 1.4. Beschrijving van de waterhuishouding in de huidige situatie.

PIDPA beschikt sinds augustus 1980 over een vergunning om drinkwater te pompen tot een debiet van  $10.000 \text{ m}^3/\text{dag}$ . Momenteel wordt deze maximale waarde echter niet bereikt, maar varieert het effectieve debiet rond een jaargemiddelde waarde van 3 à  $4.000 \text{ m}^3/\text{dag}$  met peikdebieten van  $8000 \text{ m}^3/\text{d}$ . Dit impliceert dat de effecten op de waterhuishouding (en dus ook op het biotisch milieu) die nu waargenomen worden een gevolg zijn van deze werkelijke waarde en niet van het maximaal toegelaten debiet. Er dient daarom onderscheid gemaakt te worden tussen enerzijds de effectieve huidige situatie en anderzijds de maximale huidige situatie.

##### 1.4.1. Huidige situatie.

Hiermee wordt bedoeld de situatie waarbij gemiddeld 3 à  $4.000 \text{ m}^3/\text{dag}$  wordt gepompt (met peikdebieten van  $8.000 \text{ m}^3/\text{d}$ ). De berekende verlagingen van de grondwaterstand t.g.v. deze winning worden weergegeven op figuur b9a. Bij deze simulatie wordt geen rekening gehouden met de mogelijke verlagingen van de watertafel t.g.v. de ruilverkaveling van Brecht. De gevolgen van deze wateronttrek-

king zijn eerder beperkt en veroorzaken dalingen van 0.10 tot 0.20m van de watertafel. Deze doen zich vooral voor langs de beide oevers van de Werijsbeek en deinen vrij snel uit.

#### 1.4.2. Vergunde situatie.

Hiermee wordt bedoeld de situatie waarbij het maximale debiet van 10.000 m<sup>3</sup>/dag wordt gepompt. Op figuur b9b worden de berekende verlagingen van de grondwaterstand (t.o.v. de referentiesituatie) weergegeven. Het betreft dalingen van 0.10m tot 0.80m, waarbij de sterkste dalingen optreden in de interfluvia tussen de Werijsbeek en de Weehagense beek. Het effect is het grootst aan de linkeroever van de Werijsbeek waar verlagingen mogen verwacht worden tot 80cm (bijkomende daling van 60cm). Een tweede afpompingskegel is gesitueerd tussen de rechteroever van de Werijsbeek en de Stapelheidebeek, waar verlagingen tot 60cm te verwachten zijn. Tussen de Stapelheidebeek en de Weehagense beek tenslotte worden dalingen tot 50cm aangeduid. Vrijwel het gehele onderzoeksgebied wordt beïnvloed door de wateronttrekking en het verschil met de toestand bij pumping van 3 à 4.000 m<sup>3</sup>/dag is relatief groot. Links van de baan Brecht-Wuustwezel deint het effect vrij snel uit.

#### 1.5. Beschrijving van de waterhuishouding bij de geplande uitbreiding voor grondwaterwinning.

Hierbij wordt het effect op de waterhuishouding bekeken bij pumping tot 15.000 m<sup>3</sup>/dag. Het betreft een maximale waarde en het werkelijke debiet is waarschijnlijk lager (cfr. 'huidige situatie'). Om het effect op de waterhuishouding na te gaan, worden in eerste instantie de berekende verlagingen van de grondwaterstand (t.o.v. de referentiesituatie) geanalyseerd (zie figuur b9c). Behalve het meest oostelijk deel van het studiegebied, wordt het gehele gebied beïnvloed door de waterwinning. De ligging van de afpompingskegels is grotendeels vergelijkbaar met de winning tot 10.000 m<sup>3</sup>/dag, maar de dalingen situeren zich nu tussen 0.10m en 1.20m. Aan de linker- en rechteroever van de Werijsbeek zijn dalingen van de watertafel met 120cm resp. 90cm te verwachten. Tussen de Stapelheidebeek en de Weehagense beek is het effect bij dit debiet met berekende dalingen tot 100cm eveneens groter. De stijghoogte van het grondwater blijft hetzelfde als in de referentiesituatie, maar het verloop van de isolijnen is gewijzigd (zie figuur b10a). Vooral ter hoogte van de Werijs -en de Stapelheidebeek worden de lijnen t.g.v. van de winning sterk afgevlakt. De algemene stroomrichting van het grondwater blijft in grote mate ongewijzigd, hoewel plaatselijk kleine wijzigingen kunnen optreden. De horizontale snelheid van het water neemt ter hoogte van de Werijsbeek echter licht af. Figuur b10b geeft het nieuwe niveau van de watertafel onder het maaiveld aan. In vergelijking met de situatie zonder pompen neemt het aantal plaatsen waar het grondwater boven het maaiveld komt af, of daalt de oppervlakte ervan gevoelig. Gemiddeld daalt de watertafel overal met 0.50m tot 1m t.o.v. de referentiesituatie. Voorbij de Weeha-

gense beek wordt geen effect op de diepte van het grondwater vastgesteld.

## **2. Effecten op het biotisch milieu: fauna - flora**

### 2.1. Inleiding.

In voorgaand deel werden de effecten van de uitbreiding van de waterwinning op het abiotisch milieu, meer bepaald de componenten bodem en water, besproken. Wijzigingen van abiotische milieu-aspekten zijn niet rechtstreeks beoordeelbaar, maar kunnen enkel via veranderingen van biotische en/of menselijke milieufactoren geanalyseerd worden. In het kader van een M.E.R. is het daarom aangewezen een netwerkrelatieschema op te stellen (VAN STRAATEN et al. 1990). Figuur 3.2 toont de effectrelaties tussen het abiotisch en het biotisch milieu in het specifieke geval van waterwinning. Dergelijk netwerk geeft aan welke milieucomponenten onderzocht dienen te worden en welke informatie uit andere milieu-disciplines vereist is (zie 1.2.3.). Tevens laat het een betere afstemming van de effectvoorspellingsmethode i.f.v. de specifieke ingreep toe.

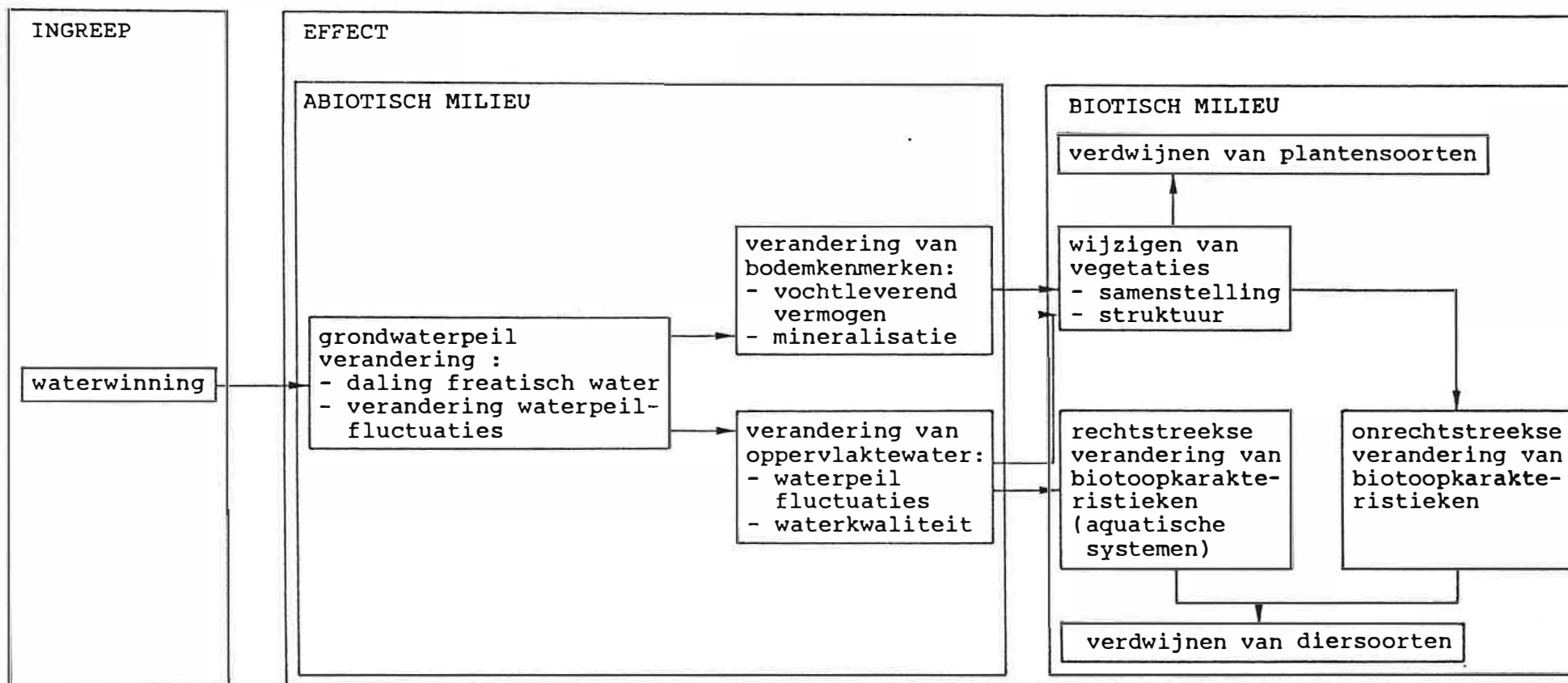
Wijzigingen in de waterhuishouding t.g.v. waterwinning kunnen op twee manieren inwerken op het biotisch milieu. Enerzijds onderscheiden we primaire of rechtstreekse effecten op de aanwezige flora en fauna-elementen, wat tot uiting komt in het verdwijnen van soorten. Zo worden aquatische systemen (vennen, moerassen, beken,..) rechtstreeks beïnvloed door waterpeildalingen en/of -fluctuaties en kwaliteitsveranderingen van het oppervlaktewater, terwijl terrestrische systemen beïnvloed worden via veranderingen in de bodemkenmerken en het oppervlaktewater. Dit uit zich vooral in een wijziging van de samenstelling en structuur van de vegetatie. Anderzijds grijpen gewoonlijk ook secundaire of onrechtstreekse gevolgen plaats op flora en fauna via wijzigingen van de biotoopkarakteristieken. Nieuwe soorten vestigen zich in de plaats van de verdwenen soorten, of reeds aanwezige soorten kunnen zich uitbreiden door een gewijzigde competitieverhouding. Hierdoor kunnen gehele ecosystemen verdwijnen of geleidelijk overgaan in een totaal andere levensgemeenschap.

### 2.2. Methodologie.

Een globaal overzicht van de gebruikte methodologie wordt gegeven in figuur 3.3 en zal in de volgende paragrafen toegelicht worden.

#### **2.2.1. Afbakening van het onderzoeksgebied.**

Zoals afgeleid kan worden uit de Biologische Waarderingskaart (DEEL II), is de



Figuur 3.2: Effektrelaties tussen abiotisch en biotisch milieu m.b.t. waterwinning (uit VAN STRAATEN et al. 1990).

biologische waarde in het onderzoeksgebied niet overal gelijk. De biologische waarde van een gebied wordt vooral bepaald door de aanwezige flora- en fauna-elementen, en de meest negatieve effecten van een milieu-ingreep zijn dan ook te verwachten in biologisch zeer waardevolle gebieden. In de komende analyse wordt de effectvoorspelling beperkt tot deze biologisch zeer waardevolle gebieden, waarin vervolgens nog potentieel extra gevoelige aandachtsgebieden t.a.v. grondwaterdalingen worden aangeduid (zie 2.3.1.).

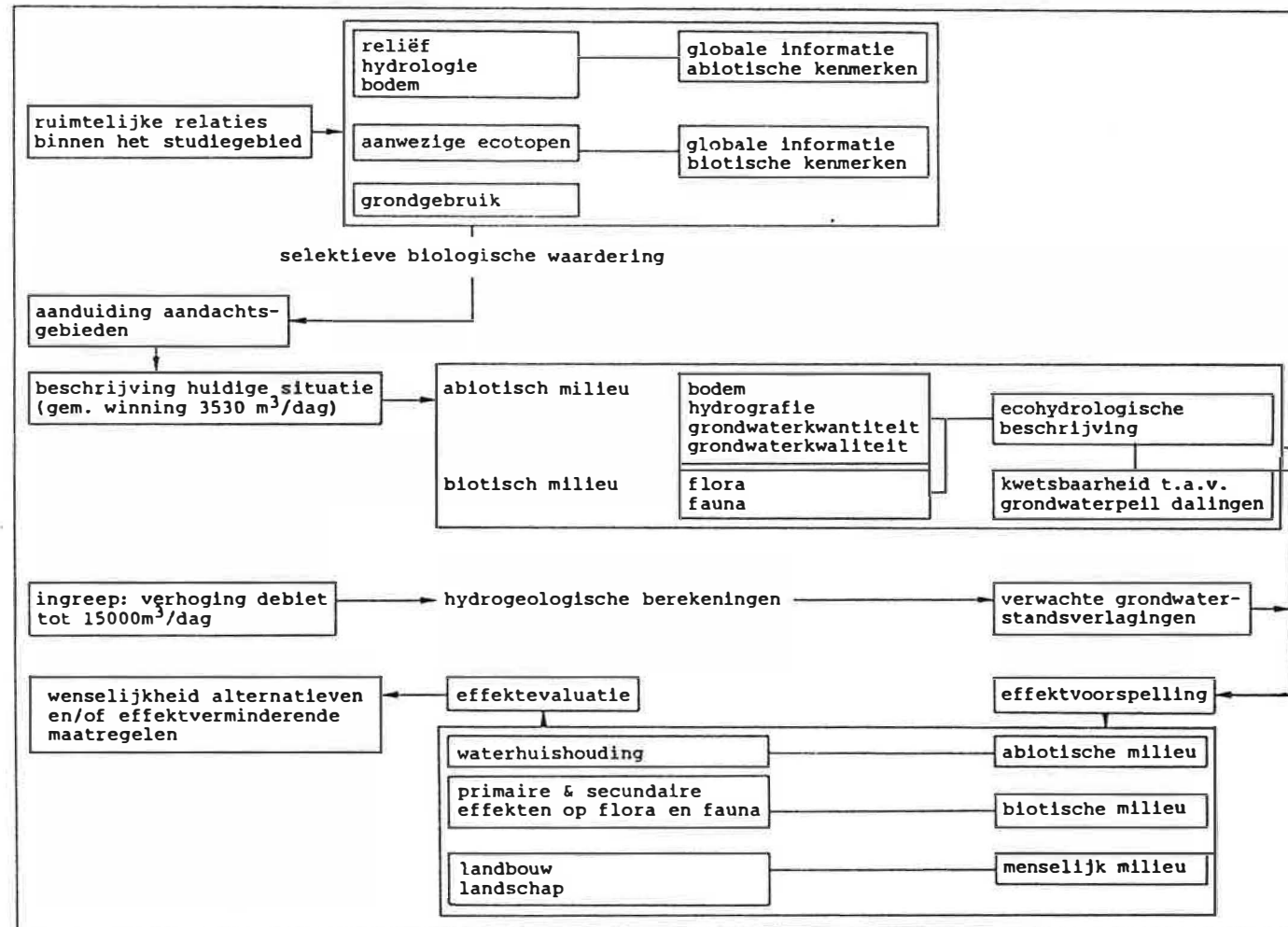
### 2.2.2. Ecohydrologische beschrijving.

Om het effect van een ingreep te kunnen beoordelen, is vergelijking met de huidige situatie noodzakelijk. Daarom wordt aan de hand van de aanwezige flora- en fauna-elementen alsook van hun relatie tot reliëf, grondwaterstromingen en bodemgesteldheid, een **ecohydrologische** beschrijving van de uitgangssituatie in de verschillende aandachtsgebieden gegeven. Hierdoor verkrijgt men inzicht in zowel de horizontale als verticale relaties in het landschap die mogelijk beïnvloed worden door veranderingen in de waterhuishouding.

De effecten van een waterwinning uiteten zich in eerste instantie in veranderingen in de vegetatie. Het vervaardigen van een vegetatiekaart is dan ook aangewezen. Voor vegetatie-kartering (in dit geval ten behoeve van effectvoorspelling) zijn velerlei methodes voorhanden. Welke methode uiteindelijk verkozen wordt, hangt o.a. af van de beschikbare tijd, de grootte van het gebied, de effectvoorspellingsmethode, de waarderingsmethode enz. (WIERTZ 1981; REIJNEN & WIERTZ 1984). In deze studie werd geopteerd voor ekotoopkartering met aanduiding van indicatorsoorten. De ekotoopkartering en beschrijving wijkt af van deze gebruikt in de Biologische Waarderingskaart en werd uitgevoerd in functie van deze studie. De methode biedt het voordeel dat ekotopen gekarteerd worden op grond van verschillen in landschaps- en/of vegetatiestructuren, welke relatief eenvoudig kunnen afgeleid worden uit luchtfoto's. We maakten gebruik van kleuropnames (schaal 1/5.000) van zeer recente datum (juli 1989), waarbij karteringsvlakken ook op basis van kleurverschillen en structuur konden onderscheiden worden. Deze karteringsvlakken werden vervolgens op het veld geverifieerd en per vlak werden de karakteristieke plantensoorten opgetekend. Dit resulteert in een ekotopenkaart (typologie) met voor elke ekotoop een bijbehorende plantensoortenlijst. De originele ekotopenkaarten werden vervolgens verkleind tot schaal 1/10.000 conform met de bodemkaarten en de hydrologische kaarten van het studiegebied.

Uit de analyse van het verband tussen grondwater en vegetatie (zie 2.1.) blijkt dat naast gegevens over de vegetatie en de grondwaterstand informatie vereist is over het bodemtype. Gezien bodemkaarten van militaire terreinen in België ontbreken, maakten we hiervoor gebruik van de bodemkaarten opgetekend door de dienst Waters en Bossen voor de randgebieden van het Groot Schietveld. Voor elk aandachtsgebied werden eveneens de vochttrappen aangegeven. Over de kwaliteit van het grondwater was geen informatie beschikbaar.





Figuur 3.3: Globaal overzicht van de gebruikte methodologie.

Niet alle aanwezige ekotopen zijn even gevoelig ten aanzien van grondwaterdalingen. In het verleden werden diverse indelingen gemaakt m.b.t. de waterafhankelijkheid van plantensoorten. ELLENBERG (1979) stelde op basis van veldwaarnemingen, bodem-analyses, experimenteel onderzoek en literatuurstudie, een reeks vochtindicatiegetallen op die de ecologische condities aanduiden waarbij de soort optimaal voorkomt. LONDO (1988) deelt de flora in op basis van hun afhankelijkheid van de invloedssfeer van freatisch water of grondwater. De freatofytenlijst (zie appendix 3) werd opgesteld op basis van uitgebreid veldonderzoek in alle vegetatietypen in Nederland, in combinatie met kaarten van vroegere en huidige grondwaterstanden. Deze freatofytenlijst duidt de condities aan waaraan een standplaats ten minste moet voldoen wil een soort er voorkomen. De studie van LONDO (1988) wees uit dat 40% van de Nederlandse flora afhankelijk is van open water en/of grondwater.

Om het verschil in kwetsbaarheid van de verschillende ekotopen t.a.v. grondwaterdalingen aan te geven, wordt uitgegaan van de freatofytenlijst van LONDO (1988). Tot de freatofyten worden alle soorten gerekend behorend tot de categorieën W, F, V, K en P, terwijl afreatofyten alle planten zijn behorend tot categorie D of A (zie appendix 3). De hydrofyten worden buiten beschouwing gelaten daar ze enkel voorkomen in open water. Naargelang het percentage freatofyten aanwezig in de beschouwde karteringseenheid, onderscheiden we vier categorieën:

- < 25% freatofyten
- 25-50% freatofyten
- 50-75% freatofyten
- > 75% freatofyten

Zeer gevoelige soorten t.a.v. grondwaterdalingen zijn afhankelijk van (1) een permanent hoge grondwatertafel of (2) een hoge grondwaterstand in het voorjaar (i.v.m. kieming) of (3) een vrij constante watertafeldiepte. Aangezien vrijwel alle freatofyte plantensoorten beïnvloed worden door grondwaterwijzigingen, geeft het aandeel freatofyten in een bepaalde ekotoop een goede indicatie over de gevoeligheid t.a.v. grondwaterdalingen. In gevoelige ekotopen zullen een aantal soorten vrij snel verdwijnen, terwijl anderen pas op langere termijn een invloed van de wateronttrekking ondervinden. Bij zeer gevoelige ekotopen (b.v. venvegetaties) zal een geringe daling van de grondwaterstand en/of een toename in de fluktuaties reeds zeer nadelige gevolgen hebben op deze vegetatie. Onwille van de ontbrekende kennis is het niet mogelijk de termijn waarbinnen een effect op de vegetatie zou plaatsvinden, te voorspellen.

### 2.2.3. Ingreep-effektvoorspelling.

Om de primaire effecten van een wateronttrekking op de aanwezige flora-elementen te voorspellen, wordt meestal gebruik gemaakt van een simulatiemodel (voor een overzicht van deze modellen zie STUDIECOMMISSIE WATERBEHEER- NATUUR,

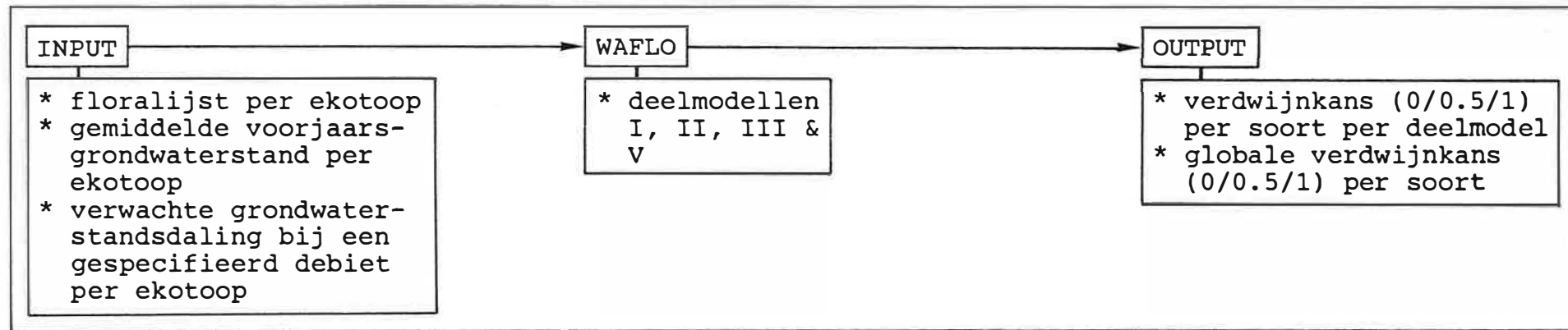
BOS EN LANDSCHAP 1988). Het WAFLO-model (WATER-FLORa), dat in deze studie gebruikt wordt (ontwikkeld door REIJNEN et al. 1981), is een geobjectiveerde effectvoorspellingsmethode die de reactie van individuele plantensoorten op dalingen van de grondwaterstand simuleert. Tijdens de simulatie worden de veranderingen in het abiotisch milieu geconfronteerd met de standplaatsen van iedere soort in de vorm van indicatiegetallen (FAHNER & WIERTZ 1987). Het oorspronkelijke model werd reeds meermaals bijgestuurd en geactualiseerd (o.a. GREMMEN 1984), en tevens werd een gevoeligheidsanalyse en toetsing uitgevoerd. Het WAFLO-model werd al eerder toegepast in Vlaamse landschapsecologische studies (MEYNEN et al. 1985; VAN HUYLEBROECK et al. 1986; GIELIS 1987) en de eerste twee deelmodellen werden aangepast aan de Vlaamse situatie (COECK & VERHAERT 1989a, b).

Het werkingsprincipe van het WAFLO2-model (GREMMEN 1984) wordt voorgesteld in figuur 3.4. Het model is opgebouwd uit vijf deelmodellen, waarbij in elk model wordt nagegaan welke plantensoorten mogelijk verdwijnen ten gevolge van de specifieke processen die bij een daling van de grondwaterstand optreden (veranderingen in milieudynamiek, stikstofbeschikbaarheid van de bodem, aëratie van de bovengrond, vochtleverantie van de bodem en diepte van het oppervlaktewater). De eerste vier deelmodellen hebben betrekking op terrestrische of semi-terrestrische standplaatsen, terwijl het laatste specifiek op aquatische standplaatsen is gericht. Uitgangspunten van de ingreep-effektrelaties zijn de vocht- en stikstofgetallen van ELLENBERG (1979) en de indeling van LONDO (1975) betreffende de gevoeligheid van plantensoorten voor milieudynamiek (zie ook 2.2.2.). Het resultaat van de analyse geeft de verdwijnkans weer van de aanwezige plantensoorten als gevolg van een gespecificeerde grondwaterstands daling voor elk van de deelmodellen. De resultaten van de verschillende deelmodellen worden vervolgens samengevoegd, waarna de uiteindelijke verdwijnkans van de soort kan berekend worden. Hierbij wordt verondersteld dat alle soorten behorend tot een bepaalde groep, onder gelijke omstandigheden eenzelfde kans hebben om te verdwijnen (d.w.z. dezelfde tolerantie hebben). Als voornaamste beperking van het model dient aangestipt te worden dat het enkel van toepassing is op vaatplanten. Bovendien is geen uitspraak mogelijk over nieuw verschijnende of zich uitbreidende soorten. Dit laatste is evenwel te verantwoorden vanuit de ervaring dat, als gevolg van bovenvermelde ingrepen, in het algemeen zeldzame soorten verdwijnen en vervangen worden door meer algemene soorten.

Voor het invoeren van de soortenlijsten en het uitvoeren van de WAFLO-analyse (deelmodel I t.e.m. III) wordt in deze studie gebruik gemaakt van een computerprogramma (opgesteld door D. DE BAERE, U.I.A. 1990). De verschillende invoer- en uitvoergegevens worden weergegeven in figuur 3.5. Naast een soortenlijst worden per karteringseenheid de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) in de huidige situatie en de gemiddelde peilverlagingen t.o.v. het maaiveld bij de onderzochte debietsalternatieven ingevoerd. Voor deze abiotische gegevens werd een beroep gedaan op de gegevens van de hydrogeologische studie. Het belang van

	omstandigheden	
1. milieudynamiek	geen wateronttrekking of GVG > 130 cm -mv	er verdwijnen geen soorten
	grondwaterstands daling <10cm en GVG >=80 cm	er verdwijnen geen soorten
	grondwaterstands daling <10cm en GVG <80 cm	'gevoelige' soorten verdwijnen
	grondwaterstands daling >=10cm en 80 <= GVG <=130cm	'gevoelige' soorten verdwijnen
	afname diepe kwel (ongeacht grootte van de daling) en GVG <=130 cm	'gevoelige' soorten verdwijnen
Terrestrische vegetaties:		
2. stikstof-mineralisatie	geen of geringe toename van stikstofleverantie	er verdwijnen geen soorten
	matige tot sterke toename van stikstofleverantie	soorten met stikstofgetal 1, 2 of 3 verdwijnen
3. aeratie van de bodem	GVG >=10 cm -mv	soorten met vochtgetal 12 of 11 verdwijnen
	GVG >=30 cm en <60 cm	soorten met vochtgetal 10 komen half zo vaak voor als bij een GVG <30 cm -mv
	GVG >=60 cm	soorten met vochtgetal 10 verdwijnen
	GVG >=60 cm en <70 cm	soorten met vochtgetal 9 komen half zo vaak voor als bij een GVG <50 cm -mv
	GVG >=70 cm	soorten met vochtgetal 9 verdwijnen
	GVG >=60 cm en <90 cm	soorten met vochtgetal 8 komen half zo vaak voor als bij een GVG <70 cm -mv
	GVG >=90 cm	soorten met vochtgetal 8 verdwijnen
	GVG >=70 cm en <100 cm	soorten met vochtgetal 7 en 6 komen half zo vaak voor als bij een GVG <70 cm -mv
	GVG >=100 cm	soorten met vochtgetal 7 of 6 verdwijnen
4. vochtleverantie	tekort >0 mm	soorten met vochtgetal 12 of verdwijnen
	tekort >=60 mm	soorten met vochtgetal 10 verdwijnen
	tekort >=60 mm en <80 mm	soorten met vochtgetal 9 komen half zo vaak voor als bij een tekort <60 mm
	tekort >=60 mm en <110 mm	soorten met vochtgetal 8 komen half zo vaak voor als bij een tekort <60 mm
	tekort >=110 mm	soorten met vochtgetal 9 of 8 verdwijnen
	tekort >=130 mm en <190 mm	soorten met vochtgetal 7 of 6 komen half zo vaak voor als bij een tekort <130 mm
	tekort >=150 mm en <190 mm	soorten met vochtgetal 5 komen half zo vaak voor als bij een tekort <150 mm
	tekort >=190 mm	soorten met vochtgetal 7, 6, 5 of 4 verdwijnen
Aquatische vegetaties:		
5. waterdiepte	het water valt nu en dan droog	soorten met vochtgetal 12 verdwijnen en soorten met vochtgetal 11 komen half zo vaak voor als in permanent water
	water gaat over in land	soorten met vochtgetal 12 of 11 verdwijnen

Figuur 3.4: Werkingsprincipe van het WAFLO2-model (uit FAHNER & WIERTZ 1987).



Figuur 3.5: Overzicht van de verschillende input- en output-gegevens m.b.t. het gebruikte WAFLO-model.

de GVG voor natte en vochtige ecosystemen blijkt o.a. uit de studie van RUNHAAR (1989), waarin wordt aangetoond dat de vochtvoorziening bij de aanvang en tijdens de eerste maanden van het groeiseizoen (april-mei) bepalend is voor het voorkomen van vochtgebonden vegetaties. Daarom wordt in deze studie geopteerd voor het gebruik van de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand in plaats van de gemiddelde grondwaterstand berekend over het hele jaar.

Met behulp van het WAFLO-model wordt het primair effect van de waterwinning (het verdwijnen van bepaalde soorten of vegetatietypes) voorspeld. Er zijn echter ook andere primaire en vooral secundaire effecten van de wateronttrekking te verwachten (zie 2.1.) die a.h.v. literatuurgegevens zullen besproken worden.

#### 2.2.4. Evaluatie.

De beschreven effectvoorspelling mondt uit in een lijst van bedreigde (verdwijnkans 0.5) of verdwijnende (verdwijnkans 1) soorten. Deze resultaten dienen beoordeeld te worden in het licht van de doelstellingen van natuurbehoud. Voor het verkrijgen van een waardering voor zowel de Ausgangssituatie (voor de ingreep) als de te verwachten nieuwe situatie (na de ingreep), wordt algemeen gebruik gemaakt van het criterium landelijke zeldzaamheid (zie ook REIJNEN et al. 1981; REIJNEN & WIERTZ 1984; DE JONG & VAN DER MOST 1985). Dit meetbaar en reproduceerbaar criterium is in hoge mate relevant ten aanzien van de doelstelling van natuurbehoud. Andere gebruikte evaluatiecriteria zijn diversiteit, kwetsbaarheid, vervangbaarheid, natuurlijkheid, enz. (STRYCKERS & VERHEYEN 1978; DE BLUST et al. 1985). In deze studie wordt enkel gebruik gemaakt van het criterium zeldzaamheid, steunend op de soortelijke zeldzaamheidsgetallen zoals vermeld in STIEPERAERE & FRANSEN (1982).

Tenslotte zal op basis van de voorgaande evaluatie blijken of de wenselijkheid bestaat alternatieven en/of effectverminderende maatregelen voor te stellen en te onderzoeken.

#### 2.2.5. Alternatieven.

Er werden in het kader van dit milieu-effectenrapport door PIDPA tien alternatieven (debiets- en lokatie-alternatieven) voorgesteld (zie DEEL I,4. evenals DEEL III,4.). De gevolgde methodologie bij het onderzoek naar de effecten op flora- en fauna-elementen wordt grotendeels beschreven in de vorige paragrafen. Voor de lokatie-alternatieven in de zone SCHIETSTAND en LOENHOUT werd, ter vervanging van ekotoop gerichte opnames (zie 2.2.2.), geopteerd voor het nemen van selectieve steekproeven in lokaties met waterafhankelijke vegetaties. Gezien het ontbreken van de benodigde veldgegevens werd voor de lokatie-alternatieven in de zone SCHIETSTAND en LOENHOUT een minder nauwkeurig mathematisch model gebruikt en waren gegevens betreffende de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand

niet beschikbaar. Daarom werden in dit geval de metingen van de voorjaarsgrondwaterstand (GVG) ter plaatse verricht (begin april 1990) d.m.v. meerdere peilboringen per proefvlak.

### 2.3. Aanduiding en beschrijving van de aandachtsgebieden en de lokatie-alternatieven.

#### 2.3.1. Definitie en verantwoording van de aandachtsgebieden.

De effecten van de waterwinning op het biotisch milieu worden besproken in functie van de afhankelijkheid van de voorkomende vegetaties van grond- en oppervlaktewater. Het is immers weinig relevant effecten te voorspellen voor biotopen die niet of slechts in geringe mate afhankelijk zijn van de stand van het oppervlakte- of grondwater. Op de Biologische Waarderingskaart van België is het Groot Schietveld volledig ingekleurd als biologisch zeer waardevol gebied en een groot deel van de hierin beschreven ekotopen zijn grond- of oppervlaktewater afhankelijk. In de zone rond het militair terrein (hoofdzakelijk landbouwgebied) is de antropogene invloed aanzienlijk. Zo worden de omliggende weilanden drastisch ontwaterd, waardoor het moeilijk wordt om eventuele effecten van wateronttrekking op de aanwezige vegetatie toe te wijzen aan deze ingrepen of aan de waterwinning. We beperken ons voor de bespreking van de effecten op fauna- en flora-elementen daarom tot het gedeelte van het studiegebied gelegen binnen het Groot Schietveld.

Het centrale gedeelte van het Groot Schietveld wordt gebruikt als doelzone voor artillerie, waardoor het onderhevig is aan frekvent optredende branden. De vegetatie in deze zone wordt hierdoor sterk beïnvloed en vooral de kolonisatie van pijpestrootje ten koste van de heidevegetatie neemt de laatste jaren sterk toe. Aan de randzones van het Groot Schietveld komen evenwel biologisch zeer waardevolle vegetatietypes voor, en in functie hiervan werden drie aandachtsgebieden afgebakend waarbinnen de effecten van de waterwinning grondig worden geëvalueerd. De keuze van deze aandachtsgebieden werd mede bepaald door de reikwijdte van de afpompingskegels veroorzaakt door de waterontginning.

##### 2.3.1.1. *Het aandachtsgebied 'Marum'.*

Dit gebied is gesitueerd rechts van de baan Brecht-Wuustwezel en is gelegen op het grondgebied van de gemeenten Wuustwezel, Loenhout en Brecht (zie figuur b11). Het gebied met een oppervlakte van 163ha89a is biologisch zeer waardevol wegens de grote verscheidenheid aan biotopen en overgangszones. Het vormt een mozaïekstructuur van droge en natte heidezones, struwelen, houtwallen, broekbossen, oude hooilanden en graslanden. Deze vegetatietypes herbergen een groot aantal waterafhankelijke plantensoorten. Het gebied ligt volledig buiten de doelzone waardoor het relatief vrij van 'militaire' verstoring is.

### 2.3.1.2. *Het aandachtsgebied 'Vossegat'.*

Dit gebied is gelegen aan de zuidrand van het Groot schietveld (zie figuur b11). De oppervlakte bedraagt 69ha76ca, gelegen op het grondgebied van Brecht. In de vochtige delen van dit gebied komt een zeer typische, voor het Groot Schietveld unieke vegetatie voor, gekenmerkt door hoogveenkarakter. Dit laatste impliceert evenwel dat de aanwezige plantensoorten zeer gevoelig zijn voor grondwaterschommelingen. Verder worden er heidevelden, vennen, struwelen en bossen aangetroffen, deels gelegen langs de Schoor- en schaapsdijkbeek.

### 2.3.1.3. *Het aandachtsgebied 'Moerken'.*

Dit gebied is gelegen aan de noordrand van het Groot Schietveld en behoort tot het grondgebied van de gemeente Wuustwezel (zie figuur b11). Het grootste deel van dit gebied bestaat uit een afwisseling van droge en vochtige heidecomplexen en gemengde loofbossen in het oosten. Het 'Moerken' is plaatselijk zeer vochtig en bevat een aantal typische en zeer kwetsbare plantensoorten. In het noorden van het gebied is een zandwinningsplas gelegen (E19). Een kleine (onbenoemde) beek stroomt door het Moerken waarlangs plaatselijk vochtigere vegetaties voorkomen.

### 2.3.1.4. *De lokatie-alternatieven in de zone SCHIETSTAND.*

Deze lokatie behoort tot het grondgebied van de gemeenten Brecht, Wuustwezel en Brasschaat. In het noorden wordt het gebied begrensd door de bebouwing en de recreatiezone van Gooreind. De zuidelijke en westelijke grens worden respectievelijk gevormd door het landbouwgebied van Overbroek en de infrastructuur van de Veldartillerieschool van Brasschaat. In het oosten tenslotte wordt het gebied afgebakend door de verbindingsweg die dwars door de doelzone loopt (zie figuur b12).

Het gebied wordt gekarakteriseerd door de aanwezigheid van talrijke vennen en vochtige depressies afgewisseld met drogere heidepercelen. De centrale zone wordt ingenomen door een monotone pijpestro-vegetatie ontstaan t.g.v. frekvent optredende branden (doelzone). De biologisch meest waardevolle zones zijn gesitueerd aan de randen van het gebied en bevatten naast vochtige heidevegetaties ook een gemeenschap met hoogveen-karakter.

### 2.3.1.5. *De lokatie-alternatieven in de zone LOENHOUT.*

Deze lokatie-alternatieven zijn gelegen op het grondgebied van de gemeente Loenhout (figuur b1). Het betreft een deel van "De Donk", een gebied dat ten westen grenst aan de Grote Beek, die de gemeentegrens vormt tussen Wuustwezel



klauw) en **Drosera Intermedia** (kleine zonnedaauw). Hier en daar treedt lokaal grondwater diffuus aan het oppervlak (kwel), wat aanleiding geeft tot concentraties van beenbreek (**Narthecium ossifragum**). Plaatselijk stagneert het oppervlaktewater (lokale depressies, uitgegraven zones, mogelijke aanwezigheid van lokale moeilijker doorlaatbare lemige bodemlagen) waardoor soortenarme, oligotrafente venvegetaties ontstaan, gedomineerd door **Juncus bulbosus** (knolrus) en **Sphagnum** soorten (o.a. **Sphagnum cuspidatum**). Op matig natte tot matig droge, hoger gelegen zandige podzolbodems gaat deze natte hei over in droge hei. Het betreft hier vooral droge varianten van het struikhei-kruipbrem verbond (**Calluno-Genistion**). Op iets drogere plaatsen ontstaat opslag van berk, den en eik. Op matig droge plaggenbodems op de linkeroever van de Werijsbeek worden voedselarme eikenbossen (**Quercion robori-petraeae**) aangetroffen. De ondergroei is gevarieerd en bevat zowel heiderestanten als typische boselementen.

Naast het typisch beekdal-profiel treffen we een uitgebreid grasland-houtwal complex aan. Dit is gelegen op de matig natte tot natte zandige podzolen gesitueerd in het oostelijk deel van het aandachtsgebied. Het betreft verruigd hooiland (deels gemaaid), waarbij het reliëf in combinatie met de houtsingels het ontstaan geeft aan een reeks gradiënten. Langs de randen worden de graslanden nog sterk beïnvloed door recente bemesting. De verlaten stukken, die tot voor kort bemest en gemaaid werden, zijn zeer soortenarm, terwijl in de niet of weinig bemeste delen de soortenrijkdom toeneemt met o.a. **Saxifraga granulata** (knolsteenbreek), **Dactylorhiza maculata** (gevlekte orchis), **Ophioglossum vulgatum** (addertong). De plaatselijke depressies evenals de heiderelicten worden beïnvloed door grote schomme-lingen in de watertafel. De houtsingels zijn gebonden aan vrij hoge grondwaterstanden.

#### 2.4.2. Vossegat.

De ecohydrologie van dit aandachtsgebied wordt grotendeels beïnvloed door de loop van de Werijsbeek enerzijds, en de Schoor-en Schaapsdijkbeek anderzijds (figuren b16, b17, b18 en appendix 1, 2).

De vochtige tot plaatselijk zeer vochtige bodem langsheen de Werijsbeek wordt gekenmerkt door weinig materiaal en alluviale afzettingen. Het beekbegeleidend, voedselrijk elzenbroekbos (**Alnion glutinosae**) bevat elementen van het ruigtelzenbos (**Macrophorbio-Alnetum**) en het elzen-vogelkers verbond (**Alno-Padion**), en vormt de voortzetting van het broekbos complex te Marum (zie 2.4.1.). Onder invloed van het afvloeiingskanaal dat uitmondt in de Werijsbeek, grijpt een ontwatering van het gebied plaats waardoor het broekbos relatief snel overgaat in een voedselarm eikenbos (**Quercetea robori-petraeae**) met aanwezigheid van natte elementen. Op nog drogere gronden gesitueerd aan de bosranden vinden we een overgang van matig vochtige naar droge heide. Naar het oosten wordt de bodem langsheen de beek droger, en ontstaat een typisch voedselarm eikenbos (**Quercetea robori-petraeae**) met dichte ondergroei van adelaarsvaren (**Pteridium**

**aquillinum**). In de contactzone met de omliggende weilanden treffen we plaatselijk zeer natte voedselrijke graslanden aan.

De noordkant van het gebied wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van podzolbodems op zandgrond. Hierop worden hoofdzakelijk droge heidevegetaties aangetroffen, afgewisseld met droog, voedselarm eikenbos. In vochtige depressies vinden we nattere heide-elementen, alsook overgangen tussen natte en droge heide. Aan de rand met de brandweg die het gebied in het noorden begrenst, komen talrijke uitgeschraapte zones voor welke gedurende minstens een deel van het jaar geïnundeerd blijven. Hierin ontwikkelen zich elementen van vochtige venvegetaties. Op de plaats waar oligotroof water stagneert op een weinig doorlaatbare, ondiepe leemlens treffen we een ven aan dat permanent water bevat. De zomen ervan zijn begroeid met een oligotrafente veenvegetatie, plaatselijk verstoord en licht geëutrofiëerd. In noordwestelijke zone geeft afstromend regenwater vanuit een hangven aanleiding tot hoogveenachtige omstandigheden met typische hoogveen-heidesoorten zoals Lavendelheide (*Andromeda polifolia*), *Spaghnum magellanicum*, Veenbes (*Oxycoccus palustris*), e.a. De westelijke rand vormt de voortzetting van het eerder genoemde heide-bos complex, waarbij de heide evenwel in hogere mate is dichtgegroeid.

De middenzone van het gebied kenmerkt zich door de aanwezigheid van droge tot matig natte landduinen, die vrijwel volledig worden ingenomen door een oude dennenaanplant (>100 jaar). Aan de randzone van dit bos met de omliggende weilanden gaat de bodem plaatselijk over in alluviale afzettingen van licht zandleem. Op plaatsen waar het grondwater tijdens de winter tot boven het maaiveld stijgt, treffen we natte heide-elementen aan omgeven door gagelstruwelen.

Het ekotoop-patroon in het zuidwestelijke deel wordt in hoge mate beïnvloed door de loop van de Schoor- en Schaapsdijkbeek. De natte tot zeer natte bodem bestaat uit alluviale afzettingen op lemig zand en licht zandleem. De linkeroever van de beek wordt volledig ingenomen door een voedselrijk, beekbegeleidend elzenbroekbos (***Alnion glutinosae***), afgezoomd door gagelstruweel. De rechteroever wordt gekenmerkt door een podzolbodem, waardoor zich plaatselijk een droger, soortenarmer eikenbos ontwikkelt. Aan de linkeroever van de beek werden plaatselijk enkele percelen opengemaakt. Op deze plaats konden natte heide-elementen rondom de aanwezige vennen zich beter ontwikkelen. Het gebied is evenwel erg onderhevig aan een wisselende grondwatertafel, waardoor toenemende dominantie van pijpestro optreedt.

#### 2.4.3. Moerken.

Het gebied wordt doorsneden door een (onbenoemde) beek die eutroof water aanvoert vanuit het landbouwcomplex gesitueerd rond Gooreind. De beek voert water af naar de zandwinningsput gelegen in het noordoostelijk deel van het

Schietveld, waarna ze verder in de richting van Wuustwezel stroomt om uiteindelijk uit te monden in de Kleine Beek. De aanvoer van eutroof water beïnvloedt de oevervegetatie van de beek, wat tot uiting komt in een zoom-vegetatie van pitrus en meerdere soorten haarmossen (zie figuren b19, b20, b21 en appendix 1, 2). Op de natte podzolbodems langsheen de loop van de beek treffen we een vochtig gagelstruweel aan waarin de rietopslag een bijkomende indicatie vormt voor het eutroof karakter van het aangevoerde water.

Kenmerkend voor dit aandachtsgebied is de aanwezigheid van het 'Moerken', een natte tot uiterst natte, meso- tot oligotrofe zone met wisselende grondwaterstand, gelegen langs de rechteroever van de beek. De vegetatie bestaat voornamelijk uit vertegenwoordigers van de dophei-associatie (***Ericetum tetralicis***), waarbij de plaatselijk massale aanwezigheid van beenbreek duidt op kwel. In de laagste delen, welke onderhevig zijn aan lichte eutrofiëring door de beek, ontstaat rietopslag en uitbundige groei van ***Politrychum commune*** tussen de dophei. Aan weerszijde van de beek vinden we een overgang tussen natte dopheide- en droge struikheidevegetatie, in een gebied dat onderhevig is aan ontwatering via vroeger gegraven greppels. Op plaatsen waar dergelijke greppels ontbreken, blijven de nattere heide-elementen behouden, wat leidt tot vorming van vochtige gagelstruweelen. Op hoger gelegen, drogere taluds wordt een soortenarme, droge heidevegetatie aangetroffen waarin Pijpestrootje domineert. Op vele plaatsen leidt uitbreidende berkenopslag tot een volledig dichtgroeien van de drogere heidepercelen. In noordelijke richting komen meerdere kleine vertakkingen van de beek voor. Hierlangs wordt een vegetatie aangetroffen die enerzijds invloed ondergaat van de eutrofiërende werking van het aangevoerde water, en anderzijds elementen bevat van de aangrenzende voedselarme heide.

Het noordoostelijke deel van het gebied wordt grotendeels ingenomen door een zandwinningsput. Een deel van de zuidelijke rand hiervan werd afgesloten en hierin ontwikkelt zich langzaam een oligo- tot mesotrofe venvegetatie evenwel met aanwezigheid van storingsgemeenschappen. De randvegetatie ondergaat een sterk ontwaterende invloed van de zandwinningsput. De zuidelijke rand wordt begrensd door een talud welke een duidelijke vochtgradiënt vertoont: op de lagere delen treffen we frekwent vochtige heide-elementen aan, begrensd door een laag pioniersstruweel van gagel; op de hoger gelegen, drogere delen ontstaat een overgang naar een matig nat tot matig droog loofbos met ondergroei van varens. In zuidoostelijke richting gaat het bos over in een gemengd loofnaaldbos met ondergroei van heide-elementen. Op nattere en open plekken hierin ontstaan vochtige heidevegetaties met veenbies.

In het noordelijke deel van het gebied werd door de aanleg van een verbindingsweg over een breedte van ca 10m de bovenste bodemlaag afgeschraapt. Hierdoor ontstond een lintvormige depressie die plaatselijk permanent geïnundeerd is. Hierin treffen we elementen aan van de moeraswolfsklauw-bruine snavelbies associatie (***Lycopodio-Rhynchosporium albo-fuscae***).

#### 2.4.4. Schietstand.

In tegenstelling tot de drie voorgaande aandachtsgebieden waar uitgegaan werd van ekotoopkartering, werd in de alternatieve lokatie geopteerd voor het nemen van steekproeven in de verschillende types van vochtafhankelijke vegetaties (figuur b22).

##### 2.4.4.1. Vennen.

Door de situering van het gebied op de waterscheidingskam tussen Maas- en Scheldebekken, ontstaat een typisch microreliëf gekenmerkt door de aanwezigheid van een groot aantal vennen. Deze vennen ontstaan in depressies waar lokaal oligotroof regenwater-achtig water stagneert op minder doorlaatbare, ondiepe leemlenzen in de bodem. We onderscheiden enerzijds grotere vennen die permanent water bevatten (vb. Moerven, Huikven), en anderzijds kleinere vennen die enkel in de winter geïnundeerd zijn en in de zomer grotendeels of volledig uitdrogen. Deze laatsten kenmerken zich door een typisch concentrisch zoneringspatroon: rondom de centrale zone (open water) vormt de vegetatie een ringvormig patroon (volgens een vochtgradiënt van nattere naar drogere delen) gekenmerkt door achtereenvolgens snavelzegge, waterbies, veenpluis, veenmos, dophei en struikhei (zie ook UDO DE HAES et al. 1980). Langs de randen van voedselarme heidevennen treffen we soms een storingsgemeenschap aan van pitrus, welke mogelijk wijst op lokale stikstof- en fosfaataanrijking of op grote waterstandsfluctuaties.

##### 2.4.4.2. Natte heidevegetaties.

Natte, relatief soortenarme dopheidevegetaties (vaak relictten van uitgedroogde vennen) komen vooral voor in de randzones en in plaatselijk vochtigere depressies van de centrale doelzone. Op naakte veengronden of vochtige zandbodems, veelal op kale plekken in natte heidevegetaties (***Ericetum tetralicis***), komen plaatselijk elementen voor van ***Lycopodio-Rhynchosporetum albo-fuscae*** associaties. Zeer speciale vegetaties hebben zich ontwikkeld waar een hoger gelegen ven (zeer oligotroof en atmotroof water) overstroomt in een lager gelegen gebied. Ten gevolge van de aanwezigheid van een zeer oppervlakkige leemlaag (op minder dan 0.5m diepte) stagneert dit water en geeft lokaal ontstaan aan een oligotrafente hoogveengemeenschap. De vegetatie die zich hierin ontwikkelt (***Erico-Sphagnetum magellanicum***) is in hoge mate gebonden aan een constante watertafel die tijdens de zomer niet lager dan 20cm beneden het maaiveld daalt, en is bijgevolg zeer gevoelig voor grondwaterstandsval. Aan de iets geëutrofiëerde randen ontstaat een laag pioniersstruweel van gagel en berk.

#### 2.4.4.3. *Brandgracht.*

De Brandgracht werd gegraven aan de zuidelijke rand van het Groot Schietveld als beschermingszone. De diepte bedraagt gemiddeld 50cm, en de oevervegetatie is langsheen de ganse loop goed ontwikkeld. Het betreft een vegetatie van hoogopgaande moeras-planten met uitgesproken mozaïekstuktuur. De vegetatie vormt een lintpatroon in de verlandingszone van het voedselrijke water. In de oude loop van de Brandgracht is de waterstand wisselend, waardoor het substraat jaarlijks korte tijd geheel droogvalt. In het relatief instabiele milieu op de overgangszone droog/nat en oligotroof/eutroof ontstaan typische storingsgemeenschappen (o.a. **Agropyro-Rumicion crispi**).

#### 2.4.4.4. *Brandweg.*

Aan de rand van de centrale doelzone werd door rooiing en afschraping van de bovenste bodemlaag een brandgang aangelegd (30m à 40m breed). De strook vertoont een opvallend microreliëf t.g.v. de graafwerken: parallelle brede hoge ruggen wisselen af met lage vlakke greppels en kommen. Vanaf de vroege herfst tot de late lente zijn deze kommen geïnundeerd. De bodem bestaat uit lemig zand. De begroeiing van de kommen is merkwaardig door het samen voorkomen van **Illecebrum verticillatum** (grondster) en **Littorella uniflora** (oeverkruid) (DE BLUST & DENYS 1984).

#### 2.4.5. De zone LOENHOUT

Dit gebied wordt doorsneden door de Grote Beek. De belangrijkste zijbeek, de Kleine Beek, voert eutroof water aan vanuit het landbouwcomplex rond Gooreind.

Vanuit de in de omgeving gelegen gebieden (o.a. kasteelparken) wordt door lateraal watertransport het water vervoerd naar lokale depressies of beekvalleien (de Donk).

De fluctuatie van de grondwatertafel in deze hoger gelegen gebieden is groter en sterker afhankelijk van de neerslag, dan deze in de depressies en beekvalleien. Deze laatsten zijn gekenmerkt door kwelverschijnselen en de bodems zijn er vochtig tot nat. De wateraccumulatie in deze gebieden wordt echter snel gereduceerd door enerzijds de natuurlijke waterlopen en anderzijds door de mens gegraven afwateringsgrachten.

In het studiegebied zijn de hogergelegen gebieden de kasteelparken van Wuustwezel en Loenhout en een zone die gelegen is ten zuiden van Wuustwezel en die grenst aan het Groot Schietveld. Het kasteeldomein van Wuustwezel wordt gekenmerkt door vegetaties van zure en droge omstandigheden (uitgezonderd de vijver).

De meest voorkomende soorten zijn Beuk (**Fagus sylvaticus**), Zomereik (**Quercus robur**), Rhododendron (**Rhododendron ponticum**), Zachte berk (**Betula pubescens**), Tamme kastanje (**Castanea sativa**), Dalkruid (**Marianthemum bifolium**), Wilde kamperfoelie (**Lonicera periclymenum**), Hulst (**Ilex aquifolium**), Bramen (**Rubus spp.**), Vlierbes (**Sambucus nigra**), Lijsterbes (**Sorbus aucuparia**) en Amerikaanse eik (**Quercus rubra**). Het open water in het kasteeldomein te Wuustwezel is eutroof water (Ae). Een aantal kenmerkende soorten zijn Witte waterlelie (**Nymphaea alba**), Klein kroos (**Lemna minor**), Gele plomp (**Puphar lutea**) en Waterpest (**Elodea canadensis**). De hoger gelegen zone ten zuiden van Wuustwezel grenzend aan het Groot Schietveld wordt gekenmerkt door vegetaties van drogere omstandigheden die getypeerd worden door dennenaanplanten en de aanwezigheid van Zachte berk (**Betula pubescens**), Witte berk (**Betula pendula**) en Zomereik (**Quercus robur**). Tussen het kasteeldomein te Wuustwezel en het Groot Schietveld bevinden zich enkele kleine, vochtige bosgebieden:

- mesotroof elzenbos met zeggensoorten;
- zeer arm, zuur eikenbos.

Soorten zoals Moesdistel (*Cirsium oleraceum*), Slanke sleutelbloem (*Primula elatior*), Gele dovenetel (*Lamium galeobdolon*), Bochtige smele (*Deschampsia flexuosa*) en Zachte witbol (*Holcus mollis*) zijn hier kenmerkend. Het grootste gedeelte van het ruimere studiegebied, de zone waarbinnen de waterwinning zou gebeuren (De Donk) bevindt zich in deze zone en omvat een landbouwgebied die opgebouwd is uit graslandcomplexen van sterk bemest, zeer soortenarm, mesofiel grasland (Hx) met graasweiden van Engels raaigras (*Lolium perenne*) en Witte klaver (*Trifolium repens*) (Hp) en akkers op zandige bodem (Bs), hier en daar afgewisseld met bomenrijen van Kanadapopulier (*Populus canadensis*) en Zomereik (*Quercus robur*).

## 2.5. Kwetsbaarheid t.a.v. grondwaterpeildalingen van de aandachtsgebieden.

In 2.2. werd reeds aangehaald dat niet alle ekotopen even gevoelig zijn t.a.v. grondwaterdalingen. Om de gevoeligheid van de aanwezige vegetaties te kwantificeren, kan uitgegaan worden van de freatofytenlijst van LONDO (1988). Het percentage freatofyten in elk van de gekarteerde vlakken wordt voor de verschillende aandachtsgebieden weergegeven op figuren b24, b25, b26 en b27. Tabel 3.1 geeft per aandachtsgebied een overzicht van de proportie karteringsvlakken ingedeeld in relatie tot het aantal aanwezige freatofyten.

Zoals reeds aangehaald (1.2.3.) zijn kwetsbare biotopen zeer gevoelig voor extra schommelingen in de watertafel (veroorzaakt door waterwinning) die de natuurlijke (seizoensgebonden) fluktuaties versterken. Van sommige plantengemeenschappen zijn de hoogste en laagste grondwaterstanden scherp af te grenzen, terwijl van andere gemeenschappen de grenzen minder scherp zijn of zelfs niet herkenbaar. Figuur b23 toont de seizoenale fluktuaties in grondwaterstand voor 7 proefvlakken te 'Marum'.

-----  
 % Freatofyten karteringsvlakken/aandachtsgebied (%)

	Marum	Vossegat	Moerken	Schietstand	Loenhout
< 25	5	3	18	0	86
25-50	44	14	25	0	7
50-75	38	63	41	26	0
> 75	13	20	16	74	7

Tabel 3.1: Percentage karteringsvlakken per aandachtsgebied ingedeeld in relatie tot de proportie aanwezige freatofyten.

### 2.5.1. Marum.

Uit tabel 3.1 blijkt dat slechts 5% van de ekotopen minder dan 25% freatofyten bevat. In dergelijke ekotopen is het effect van een daling van de grondwatertafel op de aanwezige vegetatie moeilijk aantoonbaar. Het betreft hierbij voornamelijk droge heidevelden aan de rand van het gebied, enkele drogere bosper-celen alsook een recent bemest en gemaaid hooiland in het graslandcomplex. Wegens het gering aandeel grondwaterafhankelijke planten in deze ekotopen, verwachten we hier slechts een beperkt effect van de grondwaterwinning.

Het grootste deel van het gebied wordt ingenomen door kwetsbare (25-50% freatofyten) en zeer kwetsbare (50-75% freatofyten) ekotopen (zie figuur b24). Tot de eerste categorie behoren de droge voedselarme bossen en sommige nattere bossen met schaarse ondergroei, evenals soortenarme broekbossen en overgangen van deze laatste met eikenbossen. Ook de droge heidevelden, wildweides en het grasland-houtwalcomplex behoren tot deze categorie. Een deel van de natte dopheivegetaties, vrijwel alle overgangsvormen tussen natte en drogere heide alsook de beekbegeleidende elzenbroekbossen met geassocieerde ruigtes en bossen met ondergroei van natte heide-elementen behoren tot de zeer kwetsbare gebieden. In al deze ekotopen verwachten we een aanzienlijk effect van wateronttrekking.

Meer dan 10% van de aanwezige ekotopen zijn als uiterst kwetsbaar te klasseren. Het betreft het merendeel van de natte dophei-vegetaties met uitgeschaapte zones, nat gagelstruweel, een gedeelte van de oeverbegroeiing van de Werijsbeek en tenslotte een zeggenvegetatie gelegen in een lokale depressie van het graslandcomplex. Al deze plantengemeenschappen zijn afhankelijk van een constant hoge of minstens tijdens het grootste deel van het jaar voldoende hoge grondwaterstand.

Zoals blijkt uit figuur b23 bereikt de grondwaterstand in alle proefvlakken het hoogste peil tijdens de maanden februari-maart bij de aanvang van het groeiseizoen (zie 2.2.3.). De kleinste schommelingen in de grondwatertafel doen zich voor in de natte beekbegeleidende elzenbroekbossen en het geassocieerd ruigt-elzenbos. Naarmate de fluktuaties toenemen, worden gemeenschappen van planten

aangetroffen waarvan de kritische waarden minder scherp afgelijnd zijn.

#### 2.5.2. Vossegat.

Als geheel is dit aandachtsgebied minder kwetsbaar wegens de aanwezigheid van een grote dennenaanplant en van droge voedselarme bossen in het westelijk deel van het gebied. Tot de meer kwetsbare ekotopen behoort het heide-boscomplex langs de noordrand en vooral de vochtige zones hierin. Daarnaast zijn ook de beekbegeleidende broekbossen langsheen de Werijsbeek en de Schoor- en Schaapsdijkbeek, de ruigtelzenbossen, de overgangen naar voedselarme eikenbossen en het nat grasland langs de Werijsbeek potentieel kwetsbaar.

Tot de uiterst kwetsbare gebieden behoren de uitgeschaapte plassen langs de brandweg, de hoogveenachtige situaties, de venvegetaties aan de rand van de dennenaanplant en in opengemaakte percelen langs de Schoor- en Schaapsdijkbeek, en tenslotte de oevervegetatie van het ven aan de brandweg (zie figuur b25).

#### 2.5.3. Moerken.

Wegens de aanwezigheid van uitgestrekte heidevegetaties zijn vrijwel alle ekotopen in dit aandachtsgebied gevoelig voor dalingen van de grondwatertafel (zie figuur b26). Tot de minst kwetsbare ekotopen kunnen de droge voedselarme bossen en de droge heide en ruigtes langs de zandwinningsput gerekend worden. In deze laatste gebieden is de antropogene invloed aanzienlijk, waardoor reeds een zekere mate van verstoring aanwezig is.

Tot de meer kwetsbare gebieden behoren de natte heidegebieden, het vochtig struweel langs de zandwinningsput en de overgangen tussen natte en drogere heide.

Uiterst kwetsbaar zijn de natte heidevegetaties die niet beïnvloed worden door ontwateringsgreppels, de gagelstruwelen en natte heidevegetaties langsheen de beek en haar vertakkingen, de kwelzones in het moerken en tenslotte het afgesloten deel van de zandwinningsput.

#### 2.5.4. Schietstand.

Aangezien bij de effectstudie in dit gebied geopteerd werd voor selectieve vegetatie-opnames in vochtafhankelijke zones (ter vervanging van ekotoopgerichte kartering, zie 2.2.5.) zijn alle beschouwde plantengemeenschappen kwetsbaar ten aanzien van wateronttrekking (zie figuur b27). De concentratie van vocht-afhankelijke vegetaties aan de randzone ter hoogte van het 'Vossegat' maakt deze lokatie tot de meest kwetsbare in dit gebied.



### 2.5.5. Loenhout

Het grootste gedeelte van dit gebied wordt ingenomen door ecotopen die minder dan 25 % freatofyten bevatten. Het betreft hier vooral de hoger gelegen zones en de landbouwzone (soortenarme graslanden). Deze ecotopen zijn weinig gevoelig aan waterstands dalingen.

Tot de meer kwetsbare ecotopen behoren de kleinere, lager gelegen vochtige elzenbossen en de vijver van het kasteelpark te Wuustwezel (vnl. waterplanten). Globaal bekeken is Loenhout minder kwetsbaar dan de zones in het Groot Schietveld (zie tabel 3.1).

## 2.6. Primaire effecten: veranderingen van waterafhankelijke ekotopen.

### 2.6.1. Inleiding.

Zoals blijkt uit het schema weergegeven in figuur 3.1 werkt grondwater op verschillende manieren in op de vegetatie. De analyse van het verband tussen grondwater en plantengroei, met name t.a.v. effecten van grondwaterwinning, is vooral gebaseerd op GROOTJANS (1975), VAN WIRDUM (1981), REIJNEN & WIERTZ (1984) en LONDO (1988). Bij de analyse dient onderscheid gemaakt te worden tussen operationele, conditionele en positionele werking van grondwater. De operationele werking betreft de directe werking van het water ter vervulling van de specifieke planten-fysiologische processen. Wanneer de bodem uitdroogt, komt de vochtvoorziening van de plant in het gedrang waardoor hij onvoldoende water kan opnemen en verdwijnt. De beschikbaarheid van water hangt sterk samen met de grondwaterstand, de aard van het bodemmateriaal, de diepte van de beworteling en de weersgesteldheid (zie ook 1.2.). Voordat vochtgebrek na daling van de grondwaterstand een rol gaat spelen, blijken vele vochtminnende (vaak zeldzame) soorten reeds te verdwijnen of in aantal achteruit te gaan. Dit hangt samen met de indirecte of conditionele werking van het grondwater. Een daling van de grondwaterstand heeft vaak een verhoogde mineralisatie tot gevolg waardoor de beschikbaarheid van allerlei nutriënten, met name stikstof en fosfaat, toeneemt. Plantensoorten die deze mineralentoevoer optimaal kunnen benutten, ontwikkelen zich explosief ten koste van andere soorten. De verhoogde mineralisatie wordt mede veroorzaakt door de toegenomen aëratie van de bodem. Deze faktor heeft bovendien tot gevolg dat planten die groeien in een natte, zuurstofarme bodem het veld moeten ruimen voor soorten die beter aangepast zijn aan meer doorluchte bodems. Uiteraard gaan in vegetaties deze twee werkingen steeds samen. Opvallend in dit verband is dat vele soorten in voedselrijke omstandigheden droger kunnen groeien dan in voedselarme situaties. In het laatste geval, wanneer de concentratie aan voedingsstoffen laag is, dient meer water te worden verdampt om voldoende nutriënten te bekomen en planten zijn aldus meer aan de invloed van water gebonden zijn (LONDO 1988). De positionele werking van het grondwater tenslotte duidt op een ruimtelijke werking: het grondwaterpeil van de standplaats en de fluctuaties daarin worden sterk beïnvloed door de positie van de standplaats in het hydrologisch systeem.

Tenslotte dient te worden opgemerkt dat een daling van de grondwaterstand niet steeds direkt gepaard gaat met veranderingen in de vegetatie. Dit is te verklaren doordat sommige soorten beter tegen uitdroging bestand zijn dan andere. Afhankelijk van haar eigenschappen, reageert iedere plant op een karakteristieke wijze op een verlaging van de grondwaterspiegel en de daardoor veroorzaakte neveneffecten. Vooral soorten van natte standplaatsen kunnen zich slecht aanpassen aan grondwaterverlagingen, en deze soorten kunnen na verandering in hun levensomstandigheden verdrongen worden door toenemende concurrentie met andere soorten (GROOTJANS 1975).

De naijling van vegetaties kan echter ook veroorzaakt worden doordat bodemeigenschappen veelal langzaam veranderen, waardoor de verandering pas na enige tijd in de vegetatie tot uiting komt (BOTH & VAN WIRDUM 1981).

## 2.6.2. Voorspelling van de primaire effecten van waterpeildaling op de voorkomende vegetaties.

### 2.6.2.1. Literatuurgegevens.

Bij waterstands daling in een levend veenmosrijk hoogveen, zoals aanwezig ter hoogte van het 'Vossegat', wordt het substraat gekoloniseerd door planten uit natte heide vegetaties, waaronder dopheide, wollegras en pijpestrootje. Na verdere peilverlaging breidt het pijpestrootje zich uit en vestigen zich tevens jonge berken en struikheide. In een nog verder stadium van ontwatering ontstaat een struikheidevegetatie die vervolgens geleidelijk dichtgroeit met berk, den en eik. Bij waterstands daling in natte heidevelden grijpt grotendeels dezelfde successie plaats. De van nature boomvrije natte heides zijn voornamelijk begroeid met dophei-vegetaties met eventueel een geringe bedekking van pijpestro. Bij een ondiepe wateronttrekking van beperkte duur is herstel van de heide nog mogelijk. De berkenopslag stopt en de oudere bomen sterven af doordat hun wortels in zuurstofarme lagen komen. Bij aanzienlijke berkenopslag wordt de ingezette ontwatering evenwel versterkt door verhoogde verdamping, waardoor in de vroege zomer de grondwaterstand extra daalt (GROOTJANS 1975). Herstel van de oorspronkelijke heidevegetatie is dan niet langer mogelijk.

De problematiek van vergrassing van vochtige heide werd in Vlaanderen onderzocht op de Kalmthoutse Heide (STULENS 1989). De uitbreiding van pijpestrootje (*Molinia caerulea*) ten koste van dopheide (*Erica tetralix*) blijkt vaak op te treden bij storingen in de natuurlijke grondwaterfluctuaties, meestal t.g.v. een grondwaterstands daling. Vergrassing door uitbreiding van pijpestrootje kan zeer snel optreden vermits het aanleggen van overwinteringsknoppen (reproductieve organen van *Molinia*) niet afhankelijk is van een bepaalde grondwaterstand, terwijl het uitlopen van deze knoppen bevorderd wordt door de afname in de bedekking van dophei t.g.v. een waterpeilverlaging.

### 2.6.2.2. Analyse m.b.v. het WAFLO-model.

Om de primaire effecten van de wateronttrekking op de aanwezige flora-elementen te voorspellen, wordt gebruik gemaakt van het WAFLO-model. Het resultaat van de analyse geeft de verdwijnkans van de aanwezige plantensoorten weer als gevolg van een gespecificeerde grondwaterstandsaling (zie 2.2.3.). De simulatie-analyse wordt in de aandachtsgebieden Marum, Vossegat en Moerken uitgevoerd voor een debiet van 10000 m<sup>3</sup>/dag (vergunde situatie) en 15000 m<sup>3</sup>/dag (geplande debiet-suitbreiding). Vervolgens wordt voor elke ekotoop de proportie verdwijnende planten (in het model aangeduid met verdwijnkans 1) berekend bij de respectievelijke afpompingsdebieten, en wordt in het bijzonder nagegaan welke zeldzame plantensoorten verdwijnen t.g.v. de waterstandsalingen (voor het criterium zeldzaamheid zie 2.2.3.).

#### (1) Aandachtsgebied Marum.

Figuur b28 geeft ekotopenzones in het gebied Marum aan waarin verschillende proporties van de aanwezige plantensoorten verdwijnen (zie legende) bij een debiet van resp. 10000 m<sup>3</sup>/dag en 15000 m<sup>3</sup>/dag. Zeer sterk beïnvloede zones omvatten ekotopen waarin meer dan 75% van de aanwezige plantensoorten verdwijnen. In dit geval kan verwacht worden dat ook de plantengemeenschap als geheel verdwijnt. In sterk en minder sterk beïnvloede zones verdwijnen respectievelijk 50-75% en 25-50% van de planten-soorten. In beide gevallen worden ingrijpende veranderingen in de vegetatiestructuur verwacht, meestal ten koste van zeldzame en/of kwetsbare soorten. In de minst beïnvloede zones verdwijnen minder dan 25% van de soorten. In deze ekotopen is op basis van het WAFLO-model globale inschatting van het effect van grondwaterdalingen niet mogelijk.

Bij een debiet van 10000 m<sup>3</sup>/dag worden vooral de natte heide-vegetaties en natte struwelen zeer sterk beïnvloed. Het te verwachten effect is eveneens sterk uitgesproken in de beekbegeleidende broekbossen evenals in overgangen tussen natte en drogere heide. Minder beïnvloed worden de bossen met schaarse ondergroei en delen van het grasland-complex. In het grootste gedeelte van de droge heide-percelen en van het vochtig graslanden-complex wordt slechts een beperkt effect van de waterstandsaling verwacht. In het geval van het grasland is dit waarschijnlijk te verklaren doordat deze vegetatie gesitueerd is aan de rand van de invloedssfeer van de afpompingskegels, waardoor de extra daling van de grondwaterstand t.g.v. de waterwinning klein is in vergelijking met de natuurlijke seizoensfluctuaties (zie 2.5.1.). Bij een debiet van 15000 m<sup>3</sup>/dag wordt het effect op de beekbegeleidende elzenbroekbossen en geassocieerde ruigtes versterkt.

Tabel 3.2 toont de lijst van zeldzame planten, voorkomend in het aandachtsgebied, die al dan niet verdwijnen t.g.v. de waterstandsaling. Iets meer dan de helft (51%) van het totaal aantal zeldzame soorten behoort tot de obligaat freatofyten (planten die voor hun overleving strikt afhankelijk zijn van grondwater), en 46% is zeer gevoelig aan milieudynamiek (onderstreepte soorten in de lijst van LONDO 1975).

SOORT	DEBIET (m <sup>3</sup> /dag)	
	10000	15000
Agrostis canina (moerasstruisgras)	x	x
Alopecurus geniculatus (geknikte vossestaart)	x	x
Blechnum spicant (dubbelloof)	x	x
Calamagrostis canescens (hennegras)	x	x
Callitriche platycarpa (gewoon sterrekroos)	x	x
Cardamine hirsuta (kleine veldkers)		
Carex curta (zompzegge)	x	x
Carex demissa (lage zegge)	x	x
Carex disticha (tweerijige zegge)	x	x
Carex echinata (sterzegge)	x	x
Carex elongata (elzenzegge)	x	x
Carex nigra (zwarte zegge)	x	x
Carex ovalis (hazegzegge)	x	x
Carex panicea (blauwe zegge)	x	x
Carex paniculata (pluimzegge)	x	x
Carex pilulifera (pilzegge)		
Carex riparia (oeverzegge)	x	x
Carex rostrata (snavelzegge)	x	x
Carex vesicaria (blaaszegge)	x	x
Cirsium oleraceum (moesdistel)	x	x
Comarum palustre (wateraardbei)	x	x
Crepis polymorpha (paardebloemstreepzaad)		
Dactylorhiza maculata (gevlekte orchis)		
Digitaria ischaemum (glad vingergras)	x	x
Drosera intermedia (kleine zonnedaauw)	x	x
Drosera rotundifolia (ronde zonnedaauw)	x	x
Dryopteris dilatata (brede stekelvaren)	x	x
Eleocharis multicaulis (veelstengelige waterbies)		
Epilobium ciliatum (beklierde basterdwederik)		
Epilobium hirsutum (harig wilgeroosje)	x	x
Epilobium lanceolatum (lancetbladig basterdwederik)		
Epilobium palustre (moerasbasterdwederik)	x	x
Epilobium tetragonum (kantige basterdwederik)		
Erica tetralix (dopheide)	x	x
Eriophorum angustifolium (veenpluis)	x	x
Galeopsis bifida (gespleten hennepnetel)		
Galium uliginosum (ruw walstro)	x	x
Genista anglica (stekelbrem)		
Gentiana pneumonanthe (klokjesgentiaan)	x	x
Glyceria declinata (getand vlotgras)	x	x
Hydrocotyle vulgaris (waternavel)	x	x
Illecebrum verticillatum (grondster)	x	x
Juncus acutiflorus (veldrus)	x	x
Juncus squarrosus (trekrus)	x	x
Ligustrum vulgare (wilde liguster)		
Lycopodiella inundata (moeraswolfsklauw)	x	x
Maianthemum bifolium (dalkruid)	x	x
Myrica gale (gagel)	x	x
Narthecium ossifragum (beenbreek)	x	x
Ophioglossum vulgatum (addertong)	x	x
Osmunda regalis (koningsvaren)	x	x
Pedicularis sylvatica (heidekartelblad)		
Peplis portula (waterpostelein)	x	x
Peucedanum palustre (melkeppe)	x	x
Plantago media (ruige weegbree)		
Polygonum dumetorum (heggeduizendknoop)		
Potamogeton crispus (gekroesd fonteinkruid)	x	x
Potamogeton natans (drijvend fonteinkruid)	x	x
Potamogeton polygonifolius (duizendknoopfonteinkruid)	x	x
Potentilla anglica (kruipganzerik)		
Potentilla recta (rechte ganzerik)		
Ranunculus flammula (egelboterbloem)	x	x
Rhynchospora alba (witte snavelbies)	x	x
Rhynchospora fusca (bruine snavelbies)	x	x
Salix repens (kruipwilg)	x	x
Saxifraga granulata (steenbreek)		
Scirpus cespitosus (veenbies)	x	x
Sedum telephium (hemelsleutel)	x	x
Stellaria palustris (zeegroene muur)	x	x
Trifolium arvense (hazepootje)		
Vaccinium myrtillus (blauwe bosbes)	x	x
Viola palustris (moerasviooltje)	x	x

Tabel 3.2: Effect van grondwaterstandsdeling op zeldzame plantensoorten aanwezig in het aandachtsgebied Marum; x= verdwijnkans 1 (100%).

SOORT	DEBIET (m <sup>3</sup> /dag)	
	10000	15000
Andromeda polifolia (lavendelhei)		
Calamagrostis canescens (hennegras)		
Carex curta (zompzegge)		
Carex nigra (zwarte zegge)		
Carex panicea (blauwe zegge)		
Carex vesicaria (blaaszegge)		
Corynephorus canescens (buntgras)		
Drosera intermedia (kleine zonnedaauw)	x	x
Drosera rotundifolia (ronde zonnedaauw)		
Dryopteris dilatata (brede stekelvaren)	x	x
Eleocharis multicaulis (veelstengelige waterbies)		
Erica tetralix (dopheide)	x	x
Eriophorum angustifolium (veenpluis)	x	x
Eriophorum vaginatum (eenarig wollegras)		
Gentiana pneumonanthe (klokjesgentiaan)		
Juncus acutiflorus (veldrus)		
Myrica gale (gagel)	x	x
Narthecium ossifragum (beenbreek)		
Peucedanum palustre (melkeppe)		
Prunus padus (vogelkers)	x	x
Rhynchospora alba (witte snavelbies)		
Rhynchospora fusca (bruine snavelbies)		
Salix repens (kruipwilg)		
Scirpus cespitosus (veenbies)	x	x
Vaccinium myrtillus (blauwe bosbes)		

Tabel 3.3: Effect van grondwaterstandsaling op zeldzame plantensoorten aanwezig in het aandachtsgebied Vossegat; x= verdwijnkans 1 (100%).

SOORT	DEBIET (m <sup>3</sup> /dag)	
	10000	15000
Andromeda polifolia (lavendelhei)	x	x
Callitriche platycarpa (gewoon sterrekroos)	x	x
Corynephorus canescens (buntgras)	x	x
Drosera intermedia (kleine zonnedaauw)	x	x
Eleocharis multicaulis (veelstengelige waterbies)	x	x
Erica tetralix (dopheide)	x	x
Eriophorum angustifolium (veenpluis)	x	x
Gentiana pneumonanthe (klokjesgentiaan)	x	x
Juncus articulatus (zomprus)	x	x
Myosotis sylvatica (bosvergeet-mij-nietje)	x	x
Myrica gale (gagel)	x	x
Narthecium ossifragum (beenbreek)	x	x
Ranunculus flammula (egelboterbloem)	x	x
Rhynchospora alba (witte snavelbies)	x	x
Rhynchospora fusca (bruine snavelbies)	x	x
Scirpus cespitosus (veenbies)	x	x
Spergula morisonii (heidespurrie)		
Viola palustris (moerasviooltje)	x	x

Tabel 3.4: Effect van grondwaterstandsaling op zeldzame plantensoorten aanwezig in het aandachtsgebied Moerken; x= verdwijnkans 1 (100%).

Zowel bij een debiet van 10000 m<sup>3</sup>/dag als van 15000 m<sup>3</sup>/dag verdwijnen 75% van de zeldzame planten (vooral obligaat freatofyten) uit het gebied.

## **(2) Aandachtsgebied Vossegat.**

Figuur b30 geeft ekotopenzones in het gebied Vossegat aan waarin verschillende proporties van de aanwezige plantensoorten verdwijnen, zowel bij een debiet van 10000 m<sup>3</sup>/dag als van 15000 m<sup>3</sup>/dag (effect gelijk). Voor verklaring van de legende en gebruikte terminologie zie (1).

In het aandachtsgebied Vossegat worden de natte heidevegetaties met uitgeschaapte zones evenals de oevervegetatie van het ven en de natte graslanden aan de Werijsbeek het sterkst beïnvloed. Het heide-boscomplex, gesitueerd aan de noordrand van het gebied, evenals het nat elzenbroekbos langs de Werijsbeek worden nog sterk beïnvloed. In de dennenaanplant, gesitueerd in het centrale deel van het aandachtsgebied, wordt geen belangrijk effect verwacht. De zone met kwetsbare ekotopen gelegen ten oosten van dit dennencomplex valt volledig buiten de invloedssfeer van de afpompingskegels.

In dit aandachtsgebied behoren 65% van alle aanwezige zeldzame soorten tot de obligaat freatofyten, die allen zeer gevoelig zijn aan veranderingen in milieudynamiek (zie hoger). Ten gevolge van de waterstandsaling verdwijnen in beide situaties 28% van de zeldzame soorten uit het gebied (zie tabel 3.3).

## **(3) Aandachtsgebied Moerken.**

Figuur b31 geeft ekotopenzones in het gebied Moerken aan waarin verschillende proporties van de aanwezige plantensoorten verdwijnen, zowel bij een debiet van 10000 m<sup>3</sup>/dag als van 15000 m<sup>3</sup>/dag (effect gelijk).

Ondanks de eerder geringe waterstandsaling in dit gebied, wordt het volledige heidecomplex alsook het gagelstruweel en de kwelzones langsheen de beek zeer sterk beïnvloed. Het afgesloten deel van de zandwinningsput en de natte struwelen langs de rand ervan worden eveneens sterk beïnvloed. Enkel in het drogere naaldbos is geen noemenswaardig effect van de waterwinning te verwachten.

Uit tabel 3.4 blijkt dat 94% van de zeldzame planten uit het gebied verdwijnen t.g.v. waterstandsaling, zowel bij een debiet van 10000 mm<sup>3</sup>/dag als van 15000m<sup>3</sup>/dag. De zeldzame planten bevatten 60 % obligaat freatofyten die bovendien zeer gevoelig zijn aan wijzigingen in milieudynamiek (zie ook hoger).

### **2.6.3. Voorspelling van de primaire effecten van waterpeildalingen op de voorkomende fauna-elementen.**

Over dit aspect van de effectvoorspelling zijn m.b.t. waterstandsaling op aanwezi-

ge fauna-elementen weinig specifieke literatuurgegevens beschikbaar en mathematische modellen zoals b.v. het WAFLO-model ontbreken vrijwel geheel. De enkele bestaande voorspellingsmethodes hebben vooral betrekking op broedvogeldichtheden, meer in het bijzonder op het weide-vogelbestand (MINISTERIE VAN VOLKSHUISVESTING, RUIMTELIJKE ORDENING EN MILIEUBEHEER 1987). In het geval van een wateronttrekking werken de effecten op fauna-elementen daarenboven meestal indirect via wijzigingen in de vegetatie-structuur, waardoor ze op korte termijn moeilijker in te schatten zijn.

Toch wordt algemeen vastgesteld dat peilverlagingen vrijwel steeds een negatief effect hebben op flora én fauna (o.a. VAN DER MAAREL 1976; VOETBERG 1979; UDO DE HAES et al. 1980, GROOTJANS & VAN DER MADE 1982). Direct verlies (verdwijnen van soorten) vindt in eerste instantie plaats bij aan open water gebonden organismen. Voor het vervullen van de levensnoodzakelijke processen zijn vele waterinvertebraten direct afhankelijk van water, of van de aanwezigheid van waterplanten in poelen en plassen (VAN DER MAAREL 1976; UDO DE HAES et al. 1980). Door wateronttrekking komen vele waterpartijen vroeg in het voorjaar of zelfs permanent droog te staan. Het vroegtijdig droogvallen van plassen veroorzaakt een achteruitgang van soorten die tijdens het voorjaar voor hun voortplanting afhankelijk zijn van water (libellen, amfibieën,...). Op het Groot Schietveld zijn alle 9 aanwezige amfibieënsoorten afhankelijk van deze vochtige plaatsen voor het afzetten van hun eieren. Tijdens de winterperiode kan t.g.v. een te lage waterstand de vorstgrens de modderlaag bereiken, waardoor de aanwezige overwinterende amfibieën doodvriezen (THOEN 1985).

#### 2.7. Secundaire effecten: gevolgen van de veranderingen van waterafhankelijke ekotopen.

Heidegebieden vormen een essentieel habitat voor verschillende vertegenwoordigers van de inheemse herpetofauna. Zoals hoger beschreven, leidt de onttrekking van water in een heidegebied tot boomopslag en vergrassing waardoor de heide dichtgroeit. Dit laatste heeft gevolgen voor het voorkomen van amfibieën en reptielen in deze gebieden. Zoals reeds eerder vermeld (DEEL II, 3.2.) is de rugstreeppad (**Bufo calamita**) één van de meest typische bewoners van de heidegebieden op het Groot Schietveld. Toenemende vergrassing en boomopslag leidt echter tot verhoogde competitie met de gewone pad (**Bufo bufo**). Volgens BEEBEE (1977) is dit te verklaren door het vermogen van de rugstreeppad om zich bij warm weer in te graven. De gewone pad bezit deze capaciteit niet, waardoor bij een warm microklimaat (aanwezig in een open heidegebied) een reële kans op uitdroging bestaat. Toename van beschaduwing t.g.v. boomopslag maakt de heidevelden geschikter voor de gewone pad, die door competitie geleidelijk de plaats van de zeldzamere rugstreeppad inneemt. Ook voor de levendbarende hagedis (**Lacerta vivipara**) is het toegroeien van heidevelden t.g.v. ontwatering zeer nadelig. Deze soort is sterk afhankelijk van vegetatie die zonlicht direct tot de bodem doorlaat, en aldus door structuurvariatie de dieren toelaat warmere of

koelere plekken op te zoeken i.f.v. hun temperatuursregulatie. Het dichtgroeien van heidevelden leidt echter tot het ontstaan van monotone vegetaties met éénvormige structuur. Voor het voorkomen van adders (**Vipera berus**) tenslotte blijkt uit tal van studies eveneens het belang van voldoende zonnige plaatsen met een rijke structuurvariatie (STUMPEL 1983; CLAUS 1988; LAMBERTS & VAN DER RIJST 1988; SANDERS 1988). Adders worden gewoonlijk aangetroffen in overgangsgebieden van dichte naar open vegetaties of van droge naar vochtige biotopen. Het belang van de aanwezigheid van voldoende zonplekken is voor de mannetjes tijdens het voorjaar (vlak na het beëindigen van de winterslaap) zeer groot, i.f.v. de eerste vervelling, de ontwikkeling van de reproductieve organen en het voltooiën van de spermatogenese (PRESST 1971). Het feit dat de adder levendbarend is, impliceert dat drachtige wijfjes tijdens de ontwikkeling van hun eieren in het moederlichaam een voldoende hoge lichaamstemperatuur dienen te handhaven. Door te hoge boomopslag verdwijnen geschikte microhabitaten waardoor thermoregulatie sterk bemoeilijkt wordt.

Wat betreft het effect van waterwinning op de avifauna zijn vooral de gevolgen op het weidevogelbestand goed onderzocht (o.a. VAN DER MAAREL 1976; VOETBERG 1979; GROOTJANS & VAN DER MADE 1982). Tot de gevoelige soorten voor waterpeilverlagingen die voorkomen op het Groot Schietveld of omliggende weilanden behoren in het bijzonder wulp (**Numenius arquata**), grutto (**Limosa limosa**), tureluur (**Tringa totanus**) en kievit (**Vanellus vanellus**). Een hoge grondwaterstand dwingt bodeminvertebraten (regenwormen, emelten, engerlingen,..) tot verblijf in de bovenste bodemlagen, waardoor hun bereikbaarheid voor foeragerende weidevogels vergroot. Bij daling van de grondwatertafel migreert de bodemfauna echter dieper in de bodem (GROOTJANS & VAN DER MADE 1982). In vochtigere situaties zou ook de oppervlaktefauna (kevers, spinnen, vliegen e.d.) talrijker aanwezig zijn dan in drogere lokaties.

Ongetwijfeld zullen ook nog andere fauna-elementen negatieve invloeden ondervinden van de wateronttrekking en de daarmee gepaard gaande vegetatieveranderingen in het studiegebied. De vorige bespreking is dan ook geenszins volledig, maar wil enkel een indruk geven van de specifieke problemen die kunnen ontstaan m.b.t. de fauna van het Groot Schietveld.



### 3. Effecten op het menselijk milieu.

#### 3.1. Inleiding.

Zoals beschreven in par. 3.2. van DEEL I van dit M.E.R. beperkt de beschrijving van de effecten op het menselijk milieu zich tot de landbouwactiviteit, meerbepaald de mogelijke veranderingen in de kwaliteit van de landbouwgrond. De te verwachten effecten op het landschap, in het bijzonder de visuele karakteristieken, worden eveneens in dit hoofdstuk besproken. Op de overige aspecten van het menselijk milieu (gezondheid, sociale aspecten,...) zijn geen effecten te verwachten. De militaire functie wordt in dit M.E.R. buiten beschouwing gelaten.

#### 3.2. Landbouw.

##### 3.2.1. Inleiding

Het Groot Schietveld wordt vooral in het zuiden omgeven door intensieve landbouwgronden. Dit volledige gebied werd onderworpen aan een ruilverkaveling (Overbroek). Hiervoor werden met betrekking tot de waterhuishouding waterbeheersingswerken (drainage) uitgevoerd. De bodem in de landbouwzone bestaat voornamelijk uit zand- en zandleemgronden variërend over nagenoeg alle vochtigheidsgraden. In de beekvalleien (Werijsbeek en Schaapsdijkbeek) komen zeer natte gronden voor op licht zandleem tot lichte klei. De belangrijkste bedrijfsvoering bestaat uit het houden van melkvee. Behalve de maïsteelt is de akkerbouw ondergeschikt. Varkenskwekerijen komen verspreid voor.

De hydrologische effecten van de huidige, de vergunde en geplande waterwinning in het gebied "Marum" (alternatieven 2, 3 en 4 a, b en c) beperken zich in deze landbouwzone tot mogelijke waterpeildalingen van respectievelijk gemiddeld 10 cm, 20 à 30 cm tot bijna een halve meter. Enkel in het laatste geval (de geplande uitbreiding naar 15.000 m<sup>3</sup>/d) zijn mogelijk effecten te verwachten (uitdrogingsverschijnselen in zeer droge perioden) die echter beperkt kunnen worden door lokale aanpassingen van de waterbeheersing.

De hydrologische effecten van de alternatieven in de zone SCHIETSTAND echter (waterwinning in de zuidwestelijke zone van het Militaire Domein: alternatieven 5, 6 en 7) zijn meer uitgesproken. In de landbouwzone wordt voorspeld dat het waterpeil, afhankelijk van het opgepompte debiet, gemiddeld één tot zelfs twee meter zal dalen. Dergelijke waterpeildalingen kunnen wel negatieve effecten hebben op de kwaliteit van de landbouwgrond en zullen leiden tot herstructureringen van de bedrijfsvoering. Aangezien voor deze alternatieven zeer negatieve effecten verwacht worden m.b.t. fauna en flora, werd een gedetailleerde effectenanalyse van de landbouwactiviteit niet verder beschouwd.

Voor de gevolgen van een eventuele verlaging van de watertafel op de landbouwkundige waarde van de gronden in de zone LOENHOUT (alternatieven 8, 9 en 10)

te voorspellen, worden de bestaande bodemkaarten als vertrekpunt genomen, omdat deze dokumenten een objectieve weergave uitmaken van de oorspronkelijke toestand. Ten einde een duidelijk inzicht te krijgen in de gegevens op de bodemkaarten en de daarbij behorende verklarende teksten wordt eerst een korte uitleg gegeven over de verschillende parameters die gebruikt worden bij het opmaken van bodemkaarten en hun betekenis voor het gebruik van de bodems voor landbouwuurbating. Daarna worden de parameters toegepast op het kwestieuze gebied.

### 3.2.2. Bodemparameters

De belangrijkste parameters die de bodems onderscheiden zijn :

- de samenstelling van de bodems. M.b.t. de bodemkundige waarde moet een onderscheid gemaakt worden tussen (a) gronden met overwegend minerale samenstelling; (b) gronden met een overwegend organische samenstelling;
- de waterhuishouding of evolutie van de hoeveelheid water in de bodems in de loop van de seizoenen;
- de aanwezigheid van typische genetische horizonten.

De samenstelling van de bodems wordt op de Bodemkaart van België weergegeven door een symbool, bestaande uit letters. Deze letters duiden de verschillende bodemparameters aan.

#### 3.2.2.1. Samenstelling van de bodems

##### (a) Bodems met overwegend minerale fracties

De samenstelling van deze bodems met overwegend minerale samenstelling wordt weergegeven door de granulometrische samenstelling of tekstuur. De tekstuur is een uitdrukking van de korrelgrootteverdeling of van de verhouding tussen de verschillende groottefracties (tekstuurklassen : klei-leem-zand).

De bodems van het gebied behoren tot de tekstuurklassen : middelmatig zand, fijn zand, en lemig of kleilig zand. Hierbij neemt de grofheid van de tekstuur af van middelmatig zand naar lemig of kleilig zand. Deze tekstuurklassen worden in het bodemsymbool aangeduid met een hoofdletter : Z.. voor fijn zand; z..b voor middelmatig zand; S.. voor lemig of kleilig zand.

(b) Bodems met overwegend organische fracties

Dit wordt aangeduid door het symbool V.

### 3.2.2.2. *Waterhuishouding*

Deze parameter tracht een omschrijving te geven van de aanwezigheid van water in de bodems, rekening houdend met de veranderingen in de hoeveelheid water in de loop van het jaar. In gronden met een relatief grove samenstelling zoals in het gebied Wuustwezel-Loenhout is de waterhuishouding hoofdzakelijk een uitdrukking van de aanwezigheid van een watertafel en de evolutie van de diepte van deze watertafel in de loop van de seizoenen.

Deze parameter wordt gedefinieerd met de termen en de symbolen : zeer droog (.a.), droog (.b.), matig droog (.c.), matig nat (.d.), nat (.e.), zeer nat (.f.); een hoofdletter A (.A.) wijst op een gebied met een overwegend zeer droge of droge vochtklasse, maar met een ongelijk reliëf (oud duingebied).

### 3.2.2.3. *Aanwezigheid van specifieke genetische horizonten of profielopbouw*

In de bodems vormen zich gedurende de evolutie specifieke lagen of horizonten onder invloed van het milieu. In het gebied Wuustwezel-Loenhout is vooral de oorspronkelijke vochtigheid bepalend geweest voor de vorming van deze horizonten. Zo hebben zich in de valleien zogenaamde gleygronden gevormd, onder invloed van een hoge waterstand. Deze gleygronden zijn gekenmerkt door een min of meer sterke accumulatie van organische stof in de bovengrond en een sterk gebleekte ondergrond.

Langs de boord van de valleien en op de hogere ruggen tussen de valleien komen zogenaamde podzolgronden voor. Dit zijn gronden met een relatief dunne humeuze bovengrond en een min of meer verhitte bruine of roestige horizont. Regelmatige grondbewerkingen met het oog op landbouwwitbating van de gronden hebben een bouwlaag met homogene humeuze samenstelling gevormd. Deze gronden met dikke humeuze bouwlaag worden aangeduid met de naam "plaggengronden" of "gronden met antropogene bouwlaag". De aard van deze specifieke horizonten wordt aangeduid met een kleine letter, in tweede positie na de tekstuurhoofdletter.

gleygronden : ..p  
podzolgronden : ..g  
plaggengronden : ..m

De aanwezigheid van een bovengrond met hoog gehalte aan organische stof in de

valleien wordt aangeduid met een kleine letter (v) in derde positie na de tekstuurhoofdletter en beschreven als "venig" :

...(v) : venige bovengrond

Een belangrijk gevolg van de aanwezigheid van deze horizonten is de invloed op de diepte en de intensiteit van de beworteling. In de gronden van het gebied is de beworteling hoofdzakelijk beperkt tot de humeuze of venige bovengrond. Dit betekent dat alleen voedingsstoffen aanwezig in deze laag ter beschikking zijn voor opname door de plantenwortels. Bij eenzelfde concentratie van deze voedingsstoffen is de totale beschikbare hoeveelheid dan afhankelijk van het totale volume en dus van de dikte van deze laag : hoe dikker de humeuze of venige bovengrond, hoe groter de beschikbare hoeveelheid van elke voedingsstof. Dit is vooral belangrijk voor water.

### 3.2.3. Invloed van de verschillende parameters op de geschiktheid voor landbouuitbating van de gronden

De geschiktheid voor landbouuitbating van de gronden hangt af van verschillende parameters. Wij behandelen hier alleen de parameters die beïnvloed worden door de opbouw van de gronden en de waterhuishouding. Daarbij vertrekken wij van de principes die de groei van de planten beïnvloeden.

#### 3.2.3.1. Aanwezigheid van water

Groei van de planten kan slechts gebeuren indien deze planten kunnen beschikken over een voldoende hoeveelheid opneembaar water. Dit opneembaar water kan afkomstig zijn : 1) van rechtstreekse neerslag, opgehouden in de poriën tussen de bodemdeeltjes; 2) van opstijging door kapillariteit vanaf een grondwatertafel; 3) rechtstreeks vanaf een watertafel. In principe vormt zich een watertafel wanneer alle poriën in de bodem gevuld zijn met water.

#### 3.2.3.2. Aanwezigheid van lucht

Naast water hebben de plantenwortels ook behoefte aan lucht. Dit heeft voor gevolg dat een gedeelte van de poriën moet gevuld zijn met lucht. De aanwezigheid van een watertafel (d.i. van water in alle poriën) brengt automatisch een gebrek te weeg aan lucht, met als gevolg een min of meer sterke invloed op de groei van de planten. Daarbij kunnen planten met een hoge behoefte aan lucht vervangen worden door soorten die mindereisend zijn voor de aanwezigheid van lucht. Aanvoer van lucht kan ook beperkt of belet worden door de aanwezigheid van een laag met een dichte pakking of een sterke waterophouding.

### 3.2.3.3. *Invloed van te hoge waterstand op de luchtvoorziening*

In principe moet aangenomen worden dat alle gronden behorende tot de vochtklassen "nat", "zeer nat" en de veengronden gedurende een min of meer lange periode van het jaar een te hoge watertafel hebben. Hierdoor wordt de groei van de planten in min of meer sterke mate door een overlast aan water en dus door een gebrek aan lucht vertraagd of verhinderd. Vooral intensieve landbouwteelten ondervinden hiervan hinder. In weilanden worden de planten van hoge kwaliteit en grote produktie vervangen door planten, die uit landbouwkundig oogpunt, veel minder gunstig zijn.

### 3.2.3.4. *Invloed van te hoge waterstand op de fysische weerstand van de gronden*

De aanwezigheid van een te hoge waterstand vermindert zeer sterk de kohesie tussen de bodemdeeltjes. Deze vermindering in kohesie beïnvloedt zeer sterk de draagweerstand van de gronden. Hierdoor wordt het onmogelijk de gronden gedurende een min of meer lange periode te bewerken. Bij weilanden op deze gronden bestaat ook het gevaar dat bij beweiden de graszode min of meer sterk vernield wordt, hetgeen een uitbreiding van landbouwkundig minderwaardige planten bevordert.

### 3.2.3.5. *Invloed van te hoge waterstand op de groeiperiode*

De aanwezigheid van een te hoge watertafel verkort in mindere of meerdere mate de groeiperiode voor volgende redenen :

- de aanwezigheid van een grote hoeveelheid water vermindert gevoelig de temperatuur van de grond. De lagere temperatuur vertraagt in grote mate de groei van de planten. Op die wijze wordt bv. het weideseizoen zeer sterk ingekort.
- de aanwezigheid van water belet het uitvoeren van de nodige bewerkingen, zoals zaaien en bemoeilijkt de werkzaamheden van het oogsten van de teelten.

### 3.2.3.6. *Invloed van samenstelling en profielopbouw op water- en luchtvoorziening*

De tekstuur en de aanwezigheid van organische stof beïnvloeden rechtstreeks de mogelijkheid voor ophouden van water of het waterbergingsvermogen en de hoogte van de kapillaire opstijging vanaf een watertafel. Het waterbergingsvermogen neemt toe met een verfijning van de tekstuur en met een verhoging van het gehalte aan organische stof. De kapillaire opstijging verhoogt in dezelfde zin. Zoals vroeger uitgelegd, is de beworteling overwegend beperkt tot de horizonten met organische stof. In gronden met een afwijkende ondergrond worden de kapillaire opstijging en de waterophouding bepaald door de samenstelling van deze

ondergrond : een ondergrond van veen geeft een hoge kapillaire opstijging, een grovere ondergrond onder lemig of kleilig zand vermindert de hoogte van opstijging. Een kleizand- of leemondergrond verhoogt zowel de kapillaire opstijging als de waterophouding.

### 3.2.4. Effectenanalyse

#### 3.2.4.1. Methodologie

De landbouwkundige waardeschatting wordt uitgevoerd door de gronden in te delen in een waardeschaal. Zulk een waardeschaal wordt in groot detail opgesteld bij ruilverkavelingen. Dit opstellen gebeurt door een commissie van advies. Tabel 3.5 geeft de gebruikte waardecijfers van de gronden. Vervolgens wordt een stapsgewijze methode gebruikt:

- a. op de bodemkaart zijn de verschillende bodemtypes afgelijnd, maar het beeld van de bodemkaart vertoont een zeer ingewikkeld patroon met kleine oppervlakken van de verschillende bodemtypes (figuur b42a);
- b. om dit ingewikkeld beeld te vereenvoudigen worden zones met gelijkaardige gronden afgelijnd (figuur b42b);
- c. de oppervlakken van de bodemtypen in de verschillende zones wordt met een computerprogramma berekend en daaruit het waardecijfer voor de zone afgeleid. In figuur b42b is dit waardecijfer aangeduid in de verschillende zones;
- d. aan de hand van de berekende verlaging van de watertafel kan een verandering van waardecijfer afgeleid worden. De veranderingen in de waterhuishouding wordt op de volgende wijze toegepast: steunende op de definities van de verschillende vochttrappen wordt aangenomen dat een verlaging van minder dan 20 cm geen verandering in bodemtype en dus in waardecijfer teweeg brengt. Indien de verlaging 20 cm overtreft, treedt een verandering in bodemtype en dus mogelijk in waardecijfer op. Bij die verlaging worden twee trappen onderscheiden:
  - van 20 tot 50 cm;
  - meer dan 50 cm.

De veranderingen in waardecijfer van de verschillende bodemtypen is weergegeven in tabel 3.5.

#### 3.2.4.2. Effecten t.g.v. alternatieven 8, 9 en 10

De veranderingen in waardecijfer voor de verschillende voorgestelde debietsverdelingen zijn voorgesteld in figuur b43a,b en c. In principe kan gesteld worden dat de verschillende voorgestelde debieten geen doorgedreven waardevermindering van de landbouwwaarde teweeg brengen. Anderzijds kan voor een belangrijke oppervlakte een verbetering van de landbouwwaarde verwacht worden. Slechts in enkele zones bedraagt de vermindering in waardecijfer meer dan 10 %: zones 1, 2

en 9, waar het om overwegend droge gronden gaat. Gezien nu de onvermijdelijke afwijkingen in deze berekeningen en de invloed van veranderingen in weersomstandigheden in verschillende jaren kunnen deze verschillen niet beschouwd worden als een doorslaggevende faktor in de landbouwwaarde van deze gronden.

### 3.3. Het landschap: visuele karakteristieken

De aanleg en aanwezigheid van de watervangputten (en de eventuele bijkomende electriciteitscabine) hebben verwaarloosbare visuele effecten. Er worden dan ook voor alle onderzochte alternatieven geen directe visuele effecten verwacht. Een gedetailleerde beschrijving van de landschapsstructuur en de visuele karakteristieken werd daarom niet uitgevoerd.

Secundaire effecten op het landschap zijn wel mogelijk als gevolg van de globale veranderingen van de vegetaties. Op lange termijn (enkele tientallen jaren) zal door de voorspelde hydrologische veranderingen de vegetatiestructuur sterk wijzigen, en dit zowel in het geval van de vergunde als geplande waterwinning (alle onderzochte lokaties). Toenemende boomopslag en vergrassing zullen het oorspronkelijk open, authentieke heidelandschap een meer gesloten en homogener karakter geven. Dit kan beschouwd worden als een secundair, negatief effect op de landschappelijke waarde van het gebied.

## 4. Alternatieven en effectverminderende maatregelen.

### 4.1. Wenselijkheid en mogelijkheden van alternatieven en effectverminderende maatregelen.

De kwantitatieve (proportie verdwijnende planten) en kwalitatieve (verdwijnende zeldzame planten) resultaten van de WAFLO-analyse (zie 2.6.2.2.) voorspellen zeer ingrijpende veranderingen van de aanwezige vegetatie t.g.v. waterstands dalingen. Vergelijking van de proportie verdwijnende plantensoorten per ekotoop met de resultaten van de kwetsbaarheidsanalyse (zie 2.5.) toont aan dat vooral de meest gevoelige plantengemeenschappen zouden verdwijnen. Deze gemeenschappen bevatten de meest zeldzame plantensoorten, waarvan het grootste deel behoort tot de obligaat freatofyten. De ingrijpende vegetatieveranderingen die leiden tot het verdwijnen van het merendeel van de zeldzame soorten in het gebied, worden reeds verwacht bij een debiet van 10000 m<sup>3</sup>/dag.

Op basis van de voorgaande resultaten blijkt duidelijk de wenselijkheid om alternatieven en effectverminderende maatregelen voor te stellen en te onderzoeken.

ALTERNATIEVEN	DEBIETSSPREIDING (m <sup>3</sup> /dag)		
	Marum	Schietstand	Loenhout
(1)	0	0	0
(2)	3500	0	0
(3)	10000	0	0
(4) a, b, c	15000	0	0
(5)	10000	5000	0
(6)	7500	7500	0
(7)	5000	10000	0
(8)	5000	0	10000
(9)	7500	0	7500
(10)	10000	0	5000

#### EFFEKTVERMINDERENDE MAATREGELEN

1. Plaatsen van 3 stuwen op de Werijsbeek (MARUM)
2. Veroorzaken van een "lek" stroom in de zone MARUM

Tabel 3.6: Overzicht van de voorgestelde alternatieven en effectverminderende maatregelen door PIDPA.

Er werden in het kader van dit milieu-effectenrapport door PIDPA tien alternatieven (debiets- en lokatie-alternatieven) en twee effectverminderende maatregelen voorgesteld (zie ook DEEL I,4.). Tabel 3.6 geeft een overzicht van de voorgestelde mogelijkheden.

Bij de evaluatie van de alternatieven en effectverminderende maatregelen wordt in



eerste instantie uitgegaan van primaire effecten op de vegetatie. In DEEL III,5. volgt een meer globale evaluatie van de effecten (primair en secundair) op flora en fauna.

#### 4.2. Alternatieven.

Alternatief 1 betreft de referentiesituatie, d.w.z. de situatie waarin geen waterwinning plaatsgrijpt (zie ook 1.3.); alternatief 2 betreft de effectieve huidige situatie, d.w.z. een gemiddeld debiet van 3530 m<sup>3</sup>/dag (zie ook 1.4.1.); alternatief 3 betreft de maximale huidige situatie, d.w.z. een maximaal debiet van 10000 m<sup>3</sup>/dag (zie ook 1.4.2.). Alternatief 4 betreft de aanvankelijk geplande debietsuitbreiding tot maximaal 15000 m<sup>3</sup>/dag te Marum. In dit alternatief worden volgende mogelijkheden tot opstelling van de waterwinningsputten voorgesteld:

- 4a: basisopstelling van de putten (zie figuur b3)
- 4b: concentratie van de putten in de zuidoostelijke zone
- 4c: spreiding van de putten over het gehele gebied

Bij alternatieven 5, 6, 7, 8, 9 en 10 wordt het totaal debiet (15000 m<sup>3</sup>/dag) gespreid over drie lokaties: de huidige winningsplaats Marum en de alternatieve winningsplaats Schietstand en Loenhout (figuur b1). De verschillende alternatieven geven de voorgestelde debietspreidingen aan.

##### 4.2.1. Effect op het abiotisch milieu.

Figuren b32 t.e.m. b38 duiden de ligging van de afpompingskegels aan met vermelding van de verwachte grondwaterstands dalingen voor de verschillende alternatieven vermeld onder 4.1. Van de referentiesituatie is geen figuur weergegeven (geen waterwinning). Van de alternatieven 4b en 4c worden eveneens geen figuren opgenomen, vermits de simulatiemodellen (zie BIJLAGE I: rapport hydrogeologische studie, R.U.G.) uitwezen dat wijzigingen in de configuratie van de waterwinningsputten globaal een versterking van het ontwaterend effect in de kwetsbare zones tot gevolg hadden.

Tabel 3.7 geeft de maximale waterstandsverlaging en straal van de afpompingskegel voor elk van de onder 4.1. vermelde alternatieven.

##### 4.2.2. Effect op het biotisch milieu, in het bijzonder de vegetatie.

###### 4.2.2.1. Methode

Voor de analyse van de primaire effecten van de wateronttrekking in alternatieven 3 t.e.m. 7 (beschreven in 4.2.1.) wordt gebruik gemaakt van het WAFLO-model (zie ook 2.2.3.). Met betrekking tot de referentiesituatie (alternatief 1) kan

Alternatief	Marum		Schietstand		Loenhout	
	Wmax	Rmax	Wmax	Rmax	Wmax	Rmax
2	0.20	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.80	2.65	0.00	0.00	0.10	0.40
4	1.20	2.80	0.00	0.00	0.30	0.50
5	0.80	2.65	3.50	3.70	0.10	0.40
6	0.60	2.35	5.25	4.15	0.10	0.40
7	0.30	2.00	7.25	4.30	0.00	0.00
8	0.30	2.00	0.00	0.00	0.50	2.70
9	0.60	2.35	0.00	0.00	0.40	2.60
10	0.80	2.65	0.00	0.00	0.20	2.20

**Tabel 3.7:** Maximale waterstandsverlaging en straal van de afpompingskegels voor elk van de onder 4.1. vermelde alternatieven; Wmax= maximale waterstandsverlaging (m) t.g.v. waterwinning bij een gespecificeerd debiet; Rmax= straal van de afpompingskegel (km) waarbinnen waterstandsverlaging optreedt.

geen gebruik gemaakt worden van een effectvoorspellend simulatiemodel, en ontbreken de nodige literatuurgegevens (vegetatieopnames, ecohydrologische gegevens) om uitspraken omtrent de toenmalige vegetatiestructuur mogelijk te maken. Voor de bespreking van de effectieve huidige situatie (alternatief 2) wordt verwezen naar de ecohydrologie van de aandachtsgebieden en de lokatie-alternatieven (zie 2.4.).

Overeenkomstig de werkwijze gevolgd in 2.6.2.2. bij de voorspelling van de primaire effecten van waterstands dalingen in de aandachtsgebieden, wordt bij de bespreking van de alternatieven zowel een kwantitatieve analyse (m.b.t. verdwijnkans) als een kwalitatieve analyse (m.b.t. zeldzaamheid) uitgevoerd.

Hiervoor werden de volgende stappen doorlopen:

(a) voor elk ecotoop werd een gecumuleerde "zeldzaamheidswaarde" berekend door de zeldzaamheidsgedaten van de aanwezige soorten (referentie: noord-België: zie STIEPERAERE en FRANSEN 1982) gekwadraterd op te tellen. Hierdoor krijgen zeldzame soorten een veel hoger gewicht dan algemene taxa. De aldus verkregen grootte is een RELATIEVE maat voor de zeldzaamheid, waardoor ecotopen binnen het onderzochte gebied vergeleken kunnen worden. Deze zeldzaamheidswaarden kunnen gebruikt worden als referentie (alternatief 1) voor de vergelijking van de effecten van de verschillende alternatieven;

(b) steunende op de verkregen kaarten van voorspelde grondwaterstands dalingen (zie par. 4.2.1.) voor voor elk ecotoop een peildaling afgeleid (voorjaars-grondwaterstand), en dit voor elk alternatief. Vervolgens geeft het WAFLO-model aan welke soorten zouden verdwijnen bij deze dalingen. Deze fase omvat de eigenlijke effectvoorspelling;

(c). deze effecten (op elk ecotoop en voor elk alternatief) kunnen op hun beurt

omgezet worden naar een globaal effect (per ecotoop, maar eveneens per zone of voor het hele studiegebied) voor elk alternatief. Hiervoor wordt opnieuw gebruik gemaakt van de zeldzaamheidsgetallen (STIEPERAERE en FRANSEN 1982) en dit op dezelfde werkwijze als bij de berekening van de referentiewaarde zoals in (a) beschreven. Dit globale effect per ecotoop mag echter **niet** zomaar afgetrokken worden van deze referentiewaarde, aangezien het WAFLO-model niet aangeeft welke taxa eventueel in de plaats zouden komen van de verdwijnende soorten. Het is niet onmogelijk dat deze soorten zeldzamer zouden zijn dan de verdwijnende taxa. Vandaar dat enkel het **beoordeeld** effect in deze studie werd berekend en ruimtelijk voorgesteld. Door gebruik te maken van deze zeldzaamheidsgetallen wordt het effect immers direct beoordeeld. Bij het optellen van de zeldzaamheidsgetallen werd geen rekening gehouden met de oppervlakte van de ecotopen.

(d) deze globale effecten per ecotoop werden op kaart weergegeven en opgeteld per alternatief om nadien uitgezet te worden in een vergelijkend staaftjesdiagram. Het aldus verkregen algemene effect per alternatief is onderling vergelijkbaar, maar is een relatieve waarde. Wel kan aangegeven worden een getalwaarde van 1000 ongeveer overeen zou komen met het verdwijnen van 10 zeldzame soorten in het specifieke ecotoop.

#### 4.2.2.2. Resultaten, vergelijking van de effecten van alle onderzochte alternatieven.

De berekende floristische waarde (4.2.2.1. punt (a)) van alle onderzochte ecotopen is weergegeven op figuur b39. De berekende effecten werden voor elk alternatief afzonderlijk voorgesteld op figuur b40 (a,b,c,d,e,f,g,h en i). Zowel de floristische waarde als het effect werden **discreet** uitgedrukt d.m.v. zes expliciete klassen:

- klasse 1: waarde < 100
- klasse 2: 100 < waarde < 300
- klasse 3: 300 < waarde < 500
- klasse 4: 500 < waarde < 1000
- klasse 5: 1000 < waarde < 1500
- klasse 6: > 1500

Een ecotoop in klasse 6 is ofwel zeer waardevol (op basis van floristische samenstelling) of heeft zeer veel effect in respectievelijk figuur b39 en figuur b40. De cumulatieve effecten zijn enerzijds per zone en anderzijds getotaliseerd per alternatief weergegeven in figuur b41, respectievelijk a en b. In deze figuur werd telkens de referentiesituatie (alternatief 1) links in het diagram voorgesteld.

Uit deze figuren en diagrammen kan het volgende afgeleid worden:

(a) De zone MARUM blijkt cumulatief de meest waardevolle zone, steunende op de gewogen zeldzaamheidsgetallen (figuur b39). Deze hoge zeldzaamheidswaarde is,

gelijkbaar (figuur b41a). Het minste effect heeft uiteraard alternatief 2, gevolgd door de alternatieven 7, 8 en 9. Zeer grote effecten treden op bij hoge debieten te Marum (10.000 m<sup>3</sup>/dag of meer, alternatieven 3 en 4) gecombineerd met een winning in de zone Schietstand (alternatief 5). Bij een verschuiving naar de zone Loenhout zijn relatief minder effecten te verwachten (alternatieven respectievelijk 10, 9 en 8).

*(f) Effect op de ecotopen in de zone Schietstand*

Enkel de alternatieven 5, 6 en 7 hebben zeer nadelige effecten in de zone Schietstand. Nagenoeg alle zeldzame soorten zouden verdwijnen.

*(g) Effect op de ecotopen in de zone Loenhout*

De effecten op de zone Loenhout zijn zeer gering, de meeste ecotopen zijn weinig kwetsbaar voor waterstands dalingen. Enkel de vijver van het kasteelpark te Wuustwezel zou gevoelig kunnen dalen.

*(h) Het totale cumulatieve effect*

Het totaal voorspelde cumulatieve effect (figuur b41b) is het kleinst bij alternatief 2 (het huidige opgepompte debiet) en het grootst bij alternatief 5 (10.000 m<sup>3</sup>/d in de zone Marum en 5000 m<sup>3</sup>/d in de zone Schietstand). Het is duidelijk dat debieten van 7.500 m<sup>3</sup>/d en meer te Marum gecombineerd met ander lokaties negatieve effecten zouden vertonen. Daarbij heeft een verschuiving naar Loenhout (alternatief 9) minder effect dan een verschuiving naar de zone Schietstand (alternatief 6), door de cumulatief grotere effecten in deze laatste zone. Het is hierbij belangrijk op te merken dat voorspeld wordt dat bij de alternatieven 5, 6 en 7 de uiterst zeldzame hoogveenachtige vegetaties in de zone Schietstand en Moerken zouden verdwijnen bij dergelijke voorspelde waterstands dalingen. Dit zou niet gebeuren bij een debietsverschuiving naar de zone Loenhout. Vanuit het standpunt van natuurbehoud heeft dus bij een debietsverhoging alternatief 8 de minst nadelige effecten.

### 4.3. Effektverminderende maatregelen.

Er werd door PIDPA twee effektverminderende maatregelen voorgesteld, met name de plaatsing van drie stuwen op de Werijsbeek in het aandachtsgebied Marum enerzijds, en het eventueel veroorzaken van een grondwater "lek"waterstroom anderzijds.

#### A. STUWEN

##### 4.3.1. Effekt op het abiotisch milieu.

Figuur b44 geeft de verhoging van de grondwaterstand weer t.g.v. de plaatsing van de stuwen. De maximale verhoging bedraagt 40cm, en de invloedssfeer van de stuwen langs weerszijde van de beek bedraagt maximaal 300m. De stijging van de watertafel 150m van de beek verwijderd, bedraagt niet meer dan 20cm. Tabel 3.8

ekotoop	S* (cm)	W** (cm)				
		3500	5000	7500 (m <sup>3</sup> /dag)	10000	15000
8	10	15	25	35	50	85
9	20	15	25	40	55	90
9a	20	15	25	40	55	95
10	15	10	15	20	30	55
12	10	5	15	20	25	55
13	20	5	15	15	25	40
23	15	20	30	55	75	120
24	15	20	30	50	70	110
25	15	20	30	45	60	95
25a	20	20	30	45	60	110
33	10	15	20	30	45	50
34	20	15	20	40	45	65
34a	15	20	30	50	65	75
35	10	20	30	50	65	90
37	20	10	20	35	45	75
39	40	5	10	20	20	45
40	35	5	15	20	25	50
41	25	5	10	15	20	40
42	25	5	10	15	20	40
43	30	5	10	15	20	40
44	15	0	10	15	20	50
45	5	0	10	15	25	55
49	25	10	20	20	30	50
51	10	10	20	20	30	50
53	10	5	15	25	40	65
54	15	5	15	20	30	65
55	15	10	15	25	35	60
56	10	5	15	20	35	65
57	10	10	15	25	35	65
59	10	10	15	25	35	60

**Tabel 3.8:** Overzicht van de 30 ekotopen waarbinnen waterstandsverhoging t.g.v. de plaatsing van stuwen meetbaar is; \*= gemiddelde waterstandsverhoging t.g.v. de plaatsing van de stuwen; \*\*= gemiddelde waterstandsverlaging t.g.v. de waterwinning bij een gespecificeerd debiet.

geeft een overzicht van de 30 ekotopen waarbinnen een waterstandsverhoging t.g.v. de plaatsing van de stuwen meetbaar is. Ter vergelijking wordt per ekotoop ook de gemiddelde waterstandsverlaging voor elk debietsalternatief binnen het aandachtsgebied Marum aangegeven.

#### 4.3.2. Effect op het biotisch milieu.

De ekotopen gesitueerd binnen de invloedssfeer van de stuwen omvatten de volledige zoom van natte beekbegeleidende elzenbroekbossen langsheen de Werijsbeek, alsook de meeste natte heidevegetaties in het aandachtsgebied. Door het grote aandeel freatofyten in deze plantengemeenschappen zijn de betrokken vegetaties zeer gevoelig aan wateronttrekking (zie 2.5.). Uit tabel 3.8 blijkt dat het plaatsen van stuwen in een gebied met dergelijke kwetsbare vegetaties een duidelijk effectverminderende invloed heeft bij waterwinningsdebieten tot maximaal 5000 m<sup>3</sup>/dag. Bij hogere debieten is de bereikte waterstandsverhoging evenwel te klein om als effectverminderend beschouwd te kunnen worden.

#### B. LEKWATERSTROOM

Plaatselijk optredende vochttekorten (in dit geval m.b.t. de aanwezigheid van waardevolle flora-elementen) zouden kunnen teniet gedaan worden door een lekwaterstroom van grondwater. Vooraleer een dergelijke maatregel te overwegen, dienen de volgende overwegingen zeker geëvalueerd te worden:

- het opgepompte, diepe grondwater zal een andere chemische kwaliteit hebben dan het bovenste grondwater (in b.v. heide-ecotopen) of oppervlaktewater (in b.v. vennen); dit watertype zou b.v. veel rijker aan bicarbonaat kunnen zijn. Het effect van dit "gebiedsvreemd" water op de vegetatiesamenstelling moet onderzocht en beoordeeld worden;
- in hoeverre is een dergelijke maatregel bestendig?
- een dergelijke maatregel zal wetenschappelijke begeleiding vragen (zowel hydrologisch als ecologisch).

## **5. Samenvattende conclusie en beoordeling van de effecten voor alle onderzochte alternatieven en effectverminderende maatregelen.**

In deze conclusie worden de voornaamste bevindingen van de effectstudie samengevat en beoordeeld. Met betrekking tot het abiotisch milieu werd enkel onderzoek verricht naar de componenten water en bodem, gezien bij een wateronttrekking geen effecten te verwachten zijn op de componenten lucht, geluid en trillingen. Voor de beoordeling van de effecten van de waterwinning op het abiotisch milieu wordt verwezen naar de hydro-geologische studie (R.U.G.). De effecten op het biotisch milieu werden voornamelijk beoordeeld i.f.v. de aanwezige flora-elementen. Deze beoordeling gebeurde zowel op basis van kwantitatieve resultaten (verdwijnkans) als op basis van kwalitatieve resultaten (zeldzaamheid). De effecten op het menselijk milieu werden onderzocht m.b.t. de factoren landschap en landbouw.

Met betrekking tot de effectstudie op het biotisch milieu komen globaal twee belangrijke bevindingen naar voor.

Een eerste en meest verrassende vaststelling betreft de vergelijking van de primaire effecten op de flora bij winning met debieten van 10000 m<sup>3</sup>/dag respectievelijk 15000 m<sup>3</sup>/dag. Daar het effectieve huidige debiet gemiddeld 3 à 4.000 m<sup>3</sup>/dag bedraagt (met pieken tot 8.000 m<sup>3</sup>/dag), leek het ons aangewezen in eerste instantie de potentiële effecten van een uitbreiding tot het maximale toegestane debiet (gemiddeld 10000 m<sup>3</sup>/dag) te analyseren. Uit de resultaten van het WAFLO-model blijkt dat reeds bij winning met een gemiddeld debiet van 10000 m<sup>3</sup>/dag zeer negatieve effecten te verwachten zouden zijn. Plaatselijk zouden 90 % van de zeldzame plantensoorten verdwijnen en tot 80% van de ekotopen zeer grondige vegetatieveranderingen ondergaan. Dit leidt mogelijk tot het verdwijnen van het grootste deel van de typische, watergebonden planten-gemeenschappen en geassocieerde flora- en fauna-elementen (primaire en secundaire effecten), rechtstreeks resulterend in verarming en verlies aan structuurdiversiteit. Uit deze resultaten kwam duidelijk de wenselijkheid naar voor om alternatieven voor te stellen en te onderzoeken.

Een tweede vaststelling betreft de evaluatie van de voorgestelde alternatieven en effectverminderende maatregelen. Globaal werden twee reeksen alternatieven onderzocht om de aangevraagde debietsuitbreiding tot 15000 m<sup>3</sup>/dag te bekomen: (1) wijzigingen in de configuratie van de opstelling van de winningsputten (alternatieven 4b en 4c); (2) spreiding van het geplande debiet (15000 m<sup>3</sup>/dag) over 2 lokaties (alternatieven 5, 6 en 7). De voorgestelde effectverminderende maatregel betreffen het plaatsen van 3 stuwen op de Werijsbeek t.h.v. het gebied Marum en de mogelijkheid tot het uitvoeren van een gecontroleerde lekwaterstroom.

Daar hydrogeologisch onderzoek (R.U.G.) uitwees dat verandering in opstelling van de winningsputten globaal een effectversterking tot gevolg had, werden deze

alternatieven (4b, 4c) door ons niet verder onderzocht naar hun effecten op het biotisch milieu.

Kwantitatieve en kwalitatieve analyse toonde enerzijds aan dat waterwinning in het lokatie-alternatief Schietstand (alternatieven 5, 6 en 7) steeds leidt tot een belangrijk verlies van kwetsbare, aan water gebonden plantengemeenschappen in 90% van de onderzochte ekotopen. Deze kwetsbare gemeenschappen omvatten o.a. een rijk gestructureerd hoogveencomplex (uniek voor Vlaanderen) alsook een reeks vennen met uitzonderlijke faunistische waarde. Anderzijds wordt vastgesteld dat debietsspreiding over de lokaties Marum en Schietstand geen positief effect heeft in de aandachtsgebieden Marum, Vossegat en Moerken.

Een gecombineerde waterwinning naar de zone Loenhout vermindert alleszins de effecten in de zone Moerken en Vossegat. De effecten te Marum blijven echter bestaan. De effecten te Loenhout zelf zijn gering.

Verder wordt vastgesteld dat waterwinning met een gemiddeld debiet groter dan 3 à 4000 m<sup>3</sup>/dag (het huidig opgepompte debiet) op de huidige winningsplaats aanleiding geeft tot afpompskegels met aanzienlijke reikwijdte, waardoor steeds biologisch zeer waardevolle gebieden beïnvloed worden. In vergelijking met de invloedssfeer van de beoogde waterwinning is de reikwijdte van de voorgestelde effectverminderende maatregel gering, en resulteert plaatsing van stuwen enkel in een relevante effectvermindering bij debieten tot maximaal 3 à 5000 m<sup>3</sup>/dag.

De mogelijke biotische effecten van het huidig opgepompte debiet (3 à 4000 m<sup>3</sup>/d) zijn niet denkbeeldig maar kunnen niet aangetoond worden met de beschikbare vegetatiekundige gegevens. Het hydrologisch simulatiemodel voorspelde plaatselijke waterstandsdalingen van 10 à 20 cm, wat in een aantal gevallen (zeer natte heide- en venvegetaties) reeds nadelige effecten zou hebben. Het is onmogelijk op dit ogenblik, na 10 jaar grondwaterwinning, reeds eventuele effecten op fauna-flora vast te stellen (ook niet met piekdebieten van 8.000 m<sup>3</sup>/dag). Het is echter belangrijk de evolutie van het grondwaterpeil, alsook de vegetatie in kwetsbare zones nauwgezet te volgen in functie van het opgepompte debiet. Een jaarlijkse evaluatievergadering tussen de betrokken instanties en op basis van gericht wetenschappelijke onderzoek is in dit oogpunt zeer zinvol. Indien negatieve effecten zich zouden voordoen ten gevolge van de waterwinning, kunnen andere oplossingen gezocht worden. De aanwezigheid van twee winningen laat in elk geval toe, naar de toekomst verder aanpassingen in debietsspreiding te doen, rekening houdend met geconstateerde effecten en de verschillende aanwezige belangen in het gebied.

Wat betreft de effecten op het biotisch milieu kan aldus gesteld worden dat bij de onderzochte lokatie- en debietsalternatieven gesitueerd binnen het Groot Schietveld, enkel beperkte kwantitatieve verschillen optreden. Elke debietsuitbreiding van meer dan gemiddeld 5.000 m<sup>3</sup>/dag binnen het Groot Schietveld zou aanleiding geven tot aanzienlijk verlies aan zeldzame soorten en gemeenschappen in alle



onderzochte gebieden, indien de voorspelde grondwaterstands dalingen. Deze veranderingen dienen gewogen te worden in het licht van het in DEEL I,3. geschatte belang van het Groot Schietveld, dat kan beschouwd worden als één van de laatste ongefragmenteerde vochtige heide-restanten in Vlaanderen. Enkel een gecombineerde waterwinning in de zone Marum en Loenhout zou minder nadelige effecten vertonen dan de alternatieven binnen het Militaire Domein. De ecotopen in de zone Loenhout zijn minder waardevol en minder gevoelig voor grondwaterstands daling. Toch geldt ook hier dat hogere debieten dan gemiddeld 5.000 m<sup>3</sup>/d te Marum meer negatieve effecten tot gevolg zouden hebben. Het waterpeil in het kasteelpark (Wuustwezel) zal gecontroleerd dienen te worden bij een debietsuitbreiding naar Loenhout.

Met betrekking tot het menselijk milieu blijkt het directe effect van de voorgestelde debietsuitbreiding op visuele kenmerken (landschap) verwaarloosbaar. De algemene verdroging van de aanwezige vochtige gebieden zal op lange termijn het vegetatiebeeld en dus de landschapsstructuur veranderen. Wat betreft landbouw treden in de lokatiezone Loenhout geen beduidende negatieve effecten op m.b.t. de landbouw waarde. Integendeel, bepaalde vochtigere zones zullen in landbouw waarde toenemen.

## **6. Leemten in de kennis, methodologische moeilijkheden en onzekerheden.**

Tijdens het opstellen van voorliggend milieu-effectenrapport werden we geconfronteerd met een aantal moeilijkheden bij het verzamelen en verwerken van de gegevens.

Een eerste probleem stelde zich bij het verrichten van de vegetatie-opnames in het lokatie-alternatief 'Schietstand', vermits deze dienden te gebeuren in een zeer vroeg stadium van het groeiseizoen (februari-maart). Bovendien bestaat van deze lokatie geen bodemkaart. Met betrekking tot de referentie-situatie waren onvoldoende literatuurgegevens (vegetatie-opnames, faunistische gegevens, ecohydrologische gegevens,...) uit de periode voor 1980 beschikbaar. Hierdoor was het NIET mogelijk een uitspraak te kunnen doen over eventuele biotische gevolgen van de HUIDIGE grondwaterwinning.

Een groot deel van de interpretatie van de resultaten is gebaseerd op het WAFLO-model. Dit geobjectiveerd simulatie-model heeft evenwel een aantal beperkingen:

1. Enkel deelmodellen I, II, III en V zijn operationeel in het door ons gebruikte programma-pakket.
2. Het model is uitsluitend van toepassing op vaatplanten; andere planten (zoals b.v. mossoorten) kunnen derhalve niet in de analyse betrokken worden.
3. Met betrekking tot het WAFLO-model kan geen uitspraak gedaan worden over

## **SAMENVATTING**

### **1. PROJECTBESCHRIJVING, INHOUD EN METHODOLOGIE VAN DIT MILIEU-EFFECTRAPPORT**

#### **1.1. Beschrijving van het project**

##### 1.1.1. Beschrijving van het project

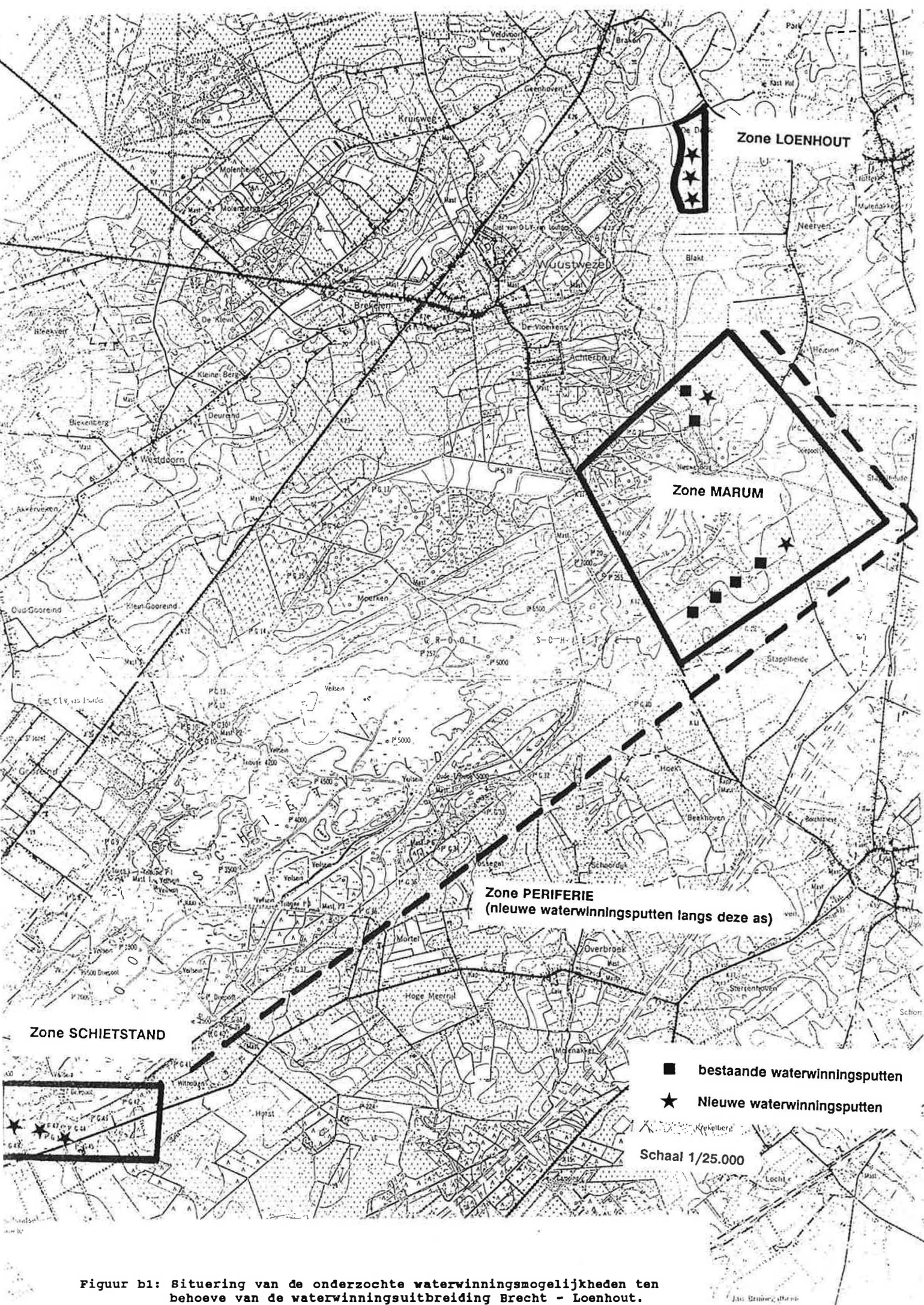
De PIDPA (Provinciale en Intercommunale Drinkwatermaatschappij der Provincie Antwerpen) bevoorraadt de volledige bevolking van de provincie Antwerpen van drinkwater met uitzondering van de stad Antwerpen met randgemeenten en de stad Turnhout. Hiervoor maakt de maatschappij gebruik van grondwater dat zich voornamelijk in de Diestiaan- en Antwerpiaanzanden van de provincie bevindt. Omwille van de uitgestrektheid van het verzorgingsgebied zijn de diverse benodigde grondwaterwinningen verspreid over heel het grondgebied van de provincie.

Op dit moment beschikt de PIDPA over een grondwaterwinning te Brecht met een vergunde capaciteit van 10.000 m<sup>3</sup>/dag. Dit winningsgebied bevindt zich op het domein van de Militaire Overheid, het "Groot Schietveld" langs de weg Wuustwezel-Brecht op het grondgebied van de gemeenten Wuustwezel en Brecht (figuur b1). De PIDPA voorziet een uitbreiding van deze grondwaterwinning van 10.000 m<sup>3</sup>/d naar 15.000 m<sup>3</sup>/dag.

##### 1.1.2. Concrete beschrijving van het project.

Voor het oppompen van het grondwater werd een batterij van 6 watervangputten uitgewerkt (zie figuur b1). Op dit ogenblik bedraagt het debiet uit de 6 putten gemiddeld (over het jaar) 3 à 4.000 m<sup>3</sup>/dag met piekdebieten van 8.000 m<sup>3</sup>/dag. De PIDPA heeft echter een vergunning om op deze plaats (jaargemiddeld) 10.000 m<sup>3</sup>/dag op te pompen. De maximale capaciteit waarvoor een vergunning verkregen werd, is tot op heden dus nog niet bereikt.

De capaciteit van de waterwinning te Brecht zou opgevoerd moeten worden tot 15.000 m<sup>3</sup>/dag hetgeen verwezenlijkt zou kunnen worden door de uitvoering van bijkomende putten aan te sluiten aan het bestaand leidingenstelsel door uitbreiding hiervan en door vervanging van de pompaggregaten in de bestaande putten door grotere eenheden. Het opgepompt water wordt verstuurd naar Brasschaat waar zich het zuiveringsstation bevindt.



### 1.1.3. De onderzochte alternatieven

In dit MER worden de effecten van verschillende lokatie-alternatieven met elkaar vergeleken. Het oorspronkelijke voornemen van de PIDPA bestond erin de bestaande vergunning voor 10.000 m<sup>3</sup>/dag te Brecht (de zes pompputten in het Groot-Schietveld) uit te breiden tot 15.000 m<sup>3</sup>/dag. De beoordeling van mogelijke milieueffecten van een grondwaterwinning op deze plaats wordt bepaald door de verschillende gebruiksfuncties van het Groot-Schietveld (militair, waterwinning, natuurbehoud, recreatie) en de omgeving (landbouw en verspreide woonzones).

Zoals verder in dit MER geconcludeerd wordt, voorziet de beoordeling van milieueffecten van een uitbreiding van de waterwinning op de plaats van de bestaande pompputten zeer negatieve effecten voor het natuurbehoud. Deze ongunstige voorspellingen hebben geleid tot het beschouwen van andere lokaties, weliswaar in de directe omgeving van de huidige waterwinning. In de verdere studie werden respectievelijk de volgende lokaties bestudeerd (figuur b1):

- een verplaatsing van de pompputten binnen de noordoostelijke zone van het Groot Schietveld (zone MARUM) - alternatieven 4a, 4b en 4c;
- een inplanting van een nieuwe waterwinning in het zuidwesten van het Groot Schietveld (zone SCHIETSTAND) - alternatieven 5, 6 en 7;
- een inplanting van nieuwe waterwinningen in de grenszone van het Groot Schietveld (zone PERIFERIE);
- een nieuwe waterwinning in de gemeente Loenhout (zone LOENHOUT) - alternatieven 8, 9 en 10.

Door een waterwinningsuitbreiding in deze nieuwe lokaties te combineren met de bestaande waterwinning, werden in totaal tien alternatieven uitgewerkt, die zijn samengevat in onderstaande tabel:

ALTERNATIEVEN	DEBIETSSPREIDING (m <sup>3</sup> /dag)		
	Marum	Schietstand	Loenhout
(1)	0	0	0
(2)	3500	0	0
(3)	10000	0	0
(4) a, b, c	15000	0	0
(5)	10000	5000	0
(6)	7500	7500	0
(7)	5000	10000	0
(8)	5000	0	10000
(9)	7500	0	7500
(10)	10000	0	5000

#### EFFEKTVERMINDERENDE MAATREGELEN

1. Plaatsen van 3 stuwen op de Werijsbeek (MARUM)
2. Veroorzaken van een "lek"stroom in de zone MARUM

Tabel 3.6: Overzicht van de voorgestelde alternatieven en effectverminderende maatregelen door PIDPA.

## 1.2. Methodologie

De in dit M.E.R. beschreven effecten beslaan:

- *abiotisch milieucomponenten*, in het bijzonder de (geo)hydro-logie (water en bodem). Effecten op lucht, geluid en trillingen worden niet verwacht;
- *biotische milieucomponenten*: de levensgemeenschappen (fauna en flora) en hun ecologie;
- *de landbouw*;
- *het landschap* als uiterlijke verschijningsvorm. Effecten op materiële goederen, het archeologisch en architectonisch erfgoed worden niet verwacht.

De hydrologische effecten van de grondwaterwinning worden voorspeld aan de hand van een mathematisch model. Dit geohydrologisch deel van het onderzoek werd uitgevoerd door het Laboratorium voor Toegepaste Geologie (Rijksuniversiteit Gent), o.l.v. Prof. Dr. W. DE BREUCK. Dit model steunt algemeen op gegevens van pompproeven (uitgevoerd in 1976), de geomorfologische structuur en de topografie en hydrografie van het gebied. De belangrijkste resultaten van deze studie beschrijven voor alle onderzochte alternatieven de stijghoogten van de watertafel binnen een vooraf bepaalde zone (het studiegebied). De stijghoogtegegevens worden, samen met de topografische kaart omgerekend naar grond- en oppervlaktewaterstanden en grondwater-stromingen. Dit hydrogeologisch deel van het onderzoek werd in een afzonderlijk rapport uitgewerkt.

Deze hydrologische gegevens worden op hun beurt gebruikt om de effecten op de aanwezige levensgemeenschappen (fauna en flora in het bijzonder de grondwaterafhankelijke ecotopen) en de landbouwkundige waarde van de bodem in te schatten. De voor dit onderzoek gebruikte hydrologische gegevens (uit het hydrogeologisch rapport) worden in dit MER samenvattend overgenomen. De veranderingen van de vegetatie als gevolg van de waterstandsveranderingen werden aan de hand van een model voorspeld, door gebruik te maken van bestaande kennis omtrent de milieukenmerken van plantensoorten. De te verwachte vegetatiewijzigingen worden door dit model uitgedrukt in het verdwijnen van soorten. De effecten op de aanwezige fauna-elementen worden beschreven aan de hand van bestaande kennis omtrent biotoopvereisten van waterafhankelijke organismen. De effecten op fauna en flora werden op de eerste plaats beoordeeld aan de hand van zeldzaamheidsgegevens. Eventuele effecten op het landschap worden zeer algemeen beschreven, aangezien weinig invloeden verwacht worden. Dit gedeelte van het onderzoek werd uitgevoerd door Katja CLAUS en Johan PEYMEN van de onderzoeksgroep Natuurbeheer, departement Biologie van de Universitaire Instelling Antwerpen, en Dick VAN STRAATEN van het Instituut voor Natuurbehoud en gebeurde o.l.v. Prof. Dr. R.F. VERHEYEN.

De studie van de effecten op de landbouwactiviteit beperkt zich tot de mogelijke wijzigingen van de geschiktheid van de bodem voor landbouwuitbating (strikt economische aspecten worden hier NIET in betrokken). Aan de hand van bodemparameters, afkomstig van de bodemkaarten (samenstelling, waterhuishouding,

aanwezigheid van typische horizonten) wordt een landbouwkundige waarde afgeleid. Deze waarde wordt per zone (van gelijkaardige gronden) berekend. Aan de hand van de gesimuleerde waterpeilverlaging kan een verandering in waardecijfer berekend worden. Deze studie werd uitgevoerd door Prof. Dr. Ir. DE CONINCK en Prof. Dr. E. VAN RANST.

## **2. BESCHRIJVING VAN HET STUDIEGEBIED: HET GROOT SCHIETVELD (Brecht-Brasschaat) EN OMGEVING.**

Het studiegebied behoort tot het 'Westelijk duinlandschap' (ook Voorkempen of Kempen van Brasschaat genoemd) en maakt aldus deel uit van het fysisch-geografisch gebied de Noorderkempen. Het NO-deel behoort tot het 'Oud ontginningsgebied van Brecht, bekken van de A-Werij's', samengesteld uit beekdalen en de naastliggende plaggengronden. Het studiegebied is volledig gelegen langs de noordelijke zijde van de waterscheidingskam tussen het Maas- en het Scheldebekken. Het vertoont een uitgesproken mikoreliëf. Het studiegebied behoort tot het stroomgebied van de Maas, meer bepaald tot het deelbekken van de Mark.

De bodemtextuurvariatie vormt een complex patroon van matig fijne zanden, afgewisseld met grote en kleine vlekken lemig zand met insluitsels van licht zandleem. Op het scheidingsvlak van Maas en Schelde bevindt zich een brede strook lemig zand en lichte zandleemgrond. Het studiegebied wordt doorsneden door verschillende beken, wat zich uit in de aanwezigheid van profiellose alluviale bodems en plaggen-gronden in de beekdalen. Het volledige studiegebied wordt in hoofdzaak gekarakteriseerd door natte tot zeer natte lichte zandleemgronden, vaak met een klei-zandsubstraat beginnend op geringe diepte.

Het Groot Schietveld omvat een langgerekt centraal deel met uitgesproken mikoreliëf, waar lateraal afvloeiend of lokaal grondwater stagneert in de plaatselijke depressies en aldus het ontstaan geeft aan talrijke vennen en plassen. De aanwezige ecotopen zijn gekarakteriseerd door droge tot zeer natte heide- en vengemeenschappen en zure naald- en loofhoutbestanden. De hoger gelegen landbouwzone bestaat voornamelijk uit soortenarme graslanden (sterk ontgonnen gebied), alsook minder ontgonnen, mesofiele hooilanden. De lager gelegen gebieden zijn voornamelijk gekenmerkt door beekbegeleidende, vochtig tot zeer vochtige graslanden en broekbossen.

Zoals reeds aangehaald vormt het Groot Schietveld één van de laatste uiterst waardevolle vochtige heiderelicten in onze Kempen, en vervult het de functie van refugium voor een groot aantal tot zeer zeldzame plante- en diersoorten. Vermeldenswaardig is het avifaunistisch (Vogelbeschermingsgebied) alsook het herpetologisch (uniek voor Vlaanderen) belang van het Groot Schietveld. Wat de floristische waarde betreft, zijn niet alleen de typisch vochtige heidegemeenschappen en hooilanden heel bijzonder, maar eveneens hoogveenachtige gemeenschappen die typisch zijn voor deze infiltratiegebieden in zandige streken.



Dergelijke situaties werden echter nagenoeg nergens meer in Vlaanderen aangetroffen.

Het noordelijk deel van het Groot Schietveld fungeert als waterwingebied met grote capaciteit. Deze activiteit vormt een bedreiging voor het waterafhankelijk karakter van het gebied, mede doordat supplementaire ontwatering in de hand gewerkt wordt door sterke drainage van de omliggende landbouwzone in het kader van waterbeheersing t.b.v. ruilverkaveling.

### 3. MILIEU-EFFEKTVOORSPELLING

#### 3.1. Effecten op het abiotisch milieu : water, bodem, lucht, geluid en trillingen.

In het kader van deze effectstudie wordt met betrekking tot het abiotisch milieu enkel onderzoek verricht naar de componenten water en bodem, gezien bij een wateronttrekking geen effecten te verwachten zijn op de componenten lucht, geluid en trillingen. Onderzoek naar de waterhuishouding wordt in voorliggend deel van het onderzoek in eerste instantie afgestemd op effecten m.b.t. het biotisch milieu (fauna en flora: zie figuur 3.2) en de landbouwkundige waarde van de bodem.

Alternatief	Marum		Schietstand		Loenhout	
	Wmax	Rmax	Wmax	Rmax	Wmax	Rmax
2	0.20	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.80	2.65	0.00	0.00	0.10	0.40
4	1.20	2.80	0.00	0.00	0.30	0.50
5	0.80	2.65	3.50	3.70	0.10	0.40
6	0.60	2.35	5.25	4.15	0.10	0.40
7	0.30	2.00	7.25	4.30	0.00	0.00
8	0.30	2.00	0.00	0.00	0.50	2.70
9	0.60	2.35	0.00	0.00	0.40	2.60
10	0.80	2.65	0.00	0.00	0.20	2.20

**Tabel 3.7:** Maximale waterstandsverlaging en straal van de afpompingskegels voor elk van de onder 4.1. vermelde alternatieven; Wmax= maximale waterstandsverlaging (m) t.g.v. waterwinning bij een gespecificeerd debiet; Rmax= straal van de afpompingskegel (km) waarbinnen waterstandsverlaging optreedt.

#### 3.2. Effecten op biotisch milieu : Fauna en flora

Voor een vergelijkende beoordeling te geven van de effecten van de onderzochte alternatieven op het biotisch milieu, werd gebruik gemaakt van het WAFLO-model. Dit model geeft, steunende op diverse indicatorwaarden van plantesoorten, de

verdwijnkans aan van de voorkomende taxa ten gevolge van de waterstandsval. Het voorspelde verdwijnen van plantesoorten wordt vervolgens beoordeeld aan de hand van de bestaande zeldzaamheidsgetallen. Op die manier is een "globaal effect" (cumulatief) berekend per alternatief. Deze cumulatieve effecten zijn weergegeven in figuur b41b. Figuur b41a stelt het cumulatieve effect voor per alternatief, echter opgeplitst per onderscheiden zone (lokatie) of aandachtsgebied (gebieden waar effecten verwacht worden).

Het is belangrijk op te merken dat in deze effecten enkel het verdwijnen van plantesoorten begrepen is. Effecten op fauna werden niet kwantitatief verwerkt.

### **3.3. Effecten op het menselijk milieu**

De beschrijving van de effecten op het menselijk milieu zich tot de landbouwactiviteit, meer bepaald de mogelijke veranderingen in de kwaliteit van de landbouwgrond. De te verwachten effecten op het landschap, in het bijzonder de visuele karakteristieken, worden eveneens in dit hoofdstuk besproken. Op de overige aspecten van het menselijk milieu (gezondheid, sociale aspecten,...) zijn geen effecten te verwachten. De militaire functie wordt in dit M.E.R. buiten beschouwing gelaten.

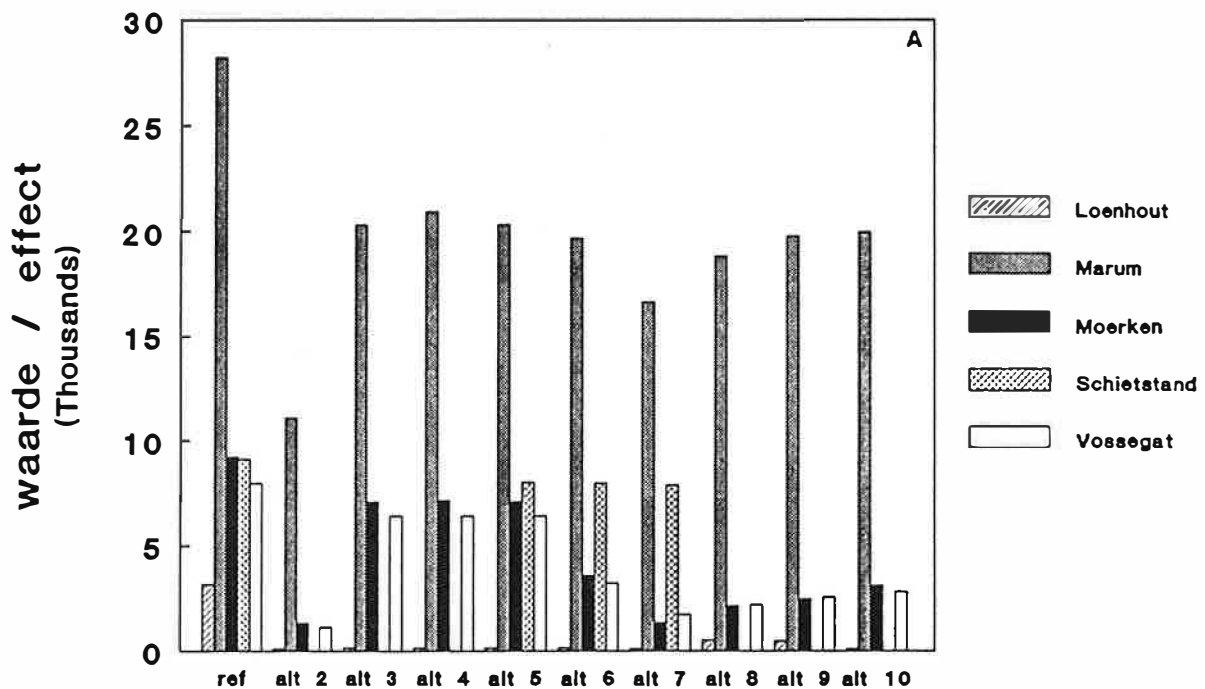
Het Groot Schietveld wordt vooral in het zuiden omgeven door intensieve landbouwgronden. Dit volledige gebied werd onderworpen aan een ruilverkaveling (Overbroek). Hiervoor werden met betrekking tot de waterhuishouding waterbeheersingswerken (drainage) uitgevoerd. De bodem in de landbouwzone bestaat voornamelijk uit zand- en zandleemgronden variërend over nagenoeg alle vochtigheidsgraden. In de beekvalleien (Werijsbeek en Schaapsdijkbeek) komen zeer natte gronden voor op licht zandleem tot lichte klei. De belangrijkste bedrijfsvoering bestaat uit het houden van melkvee. Behalve de maïssteelt is de akkerbouw ondergeschikt. Varkenskwekerijen komen verspreid voor.

Voor de gevolgen van een eventuele verlaging van de watertafel op de landbouwkundige waarde van de gronden in de zone LOENHOUT (alternatieven 8, 9 en 10) te voorspellen, worden de bestaande bodemkaarten als vertrekpunt genomen, omdat deze documenten een objectieve weergave uitmaken van de oorspronkelijke toestand. Steunende op de informatie van deze bodemkaarten wordt voor vereenvoudigde zones een waardecijfer t.b.v. landbouwwaarde berekend. Dit waardecijfer vernadert ten gevolge van hydrologische wijzigingen (in dit geval de grondwaterstand).

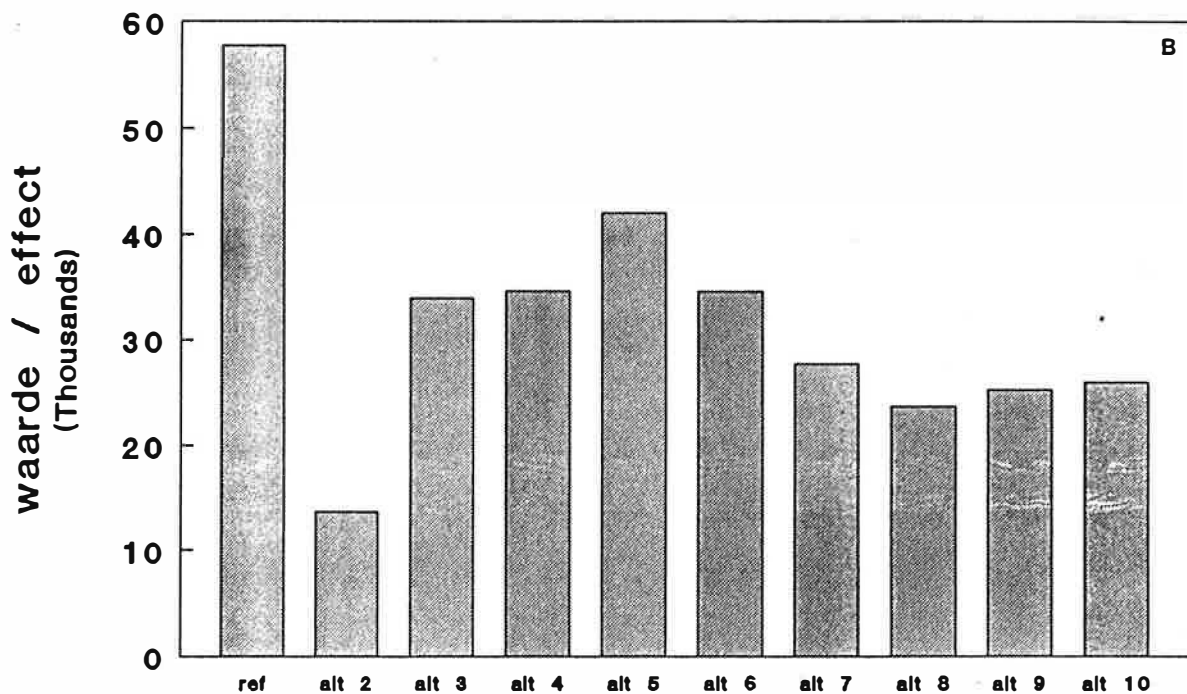
In principe kan gesteld worden dat de verschillende voorgestelde debieten geen doorgedreven waardevermindering van de landbouwwaarde teweeg brengen. Anderzijds kan voor een belangrijke oppervlakte een verbetering van de landbouwwaarde verwacht worden. Slechts in enkele zones bedraagt de vermindering in waardecijfer meer dan 10 %. Gezien nu de onvermijdelijke afwijkingen in deze berekeningen en de invloed van veranderingen in weersomstandigheden in verschillende jaren kunnen deze verschillen niet beschouwd worden als een



## Cumulatieve effecten per zone



## Totaal cumulatief effect



Figuur b41: Berekende cumulatieve effecten (verdwijnen van plantesoorten) ten gevolge van de onderzochte alternatieven.  
a) cumulatieve effecten uitgedrukt per zone  
b) het totale effect per alternatief.

doorslaggevende faktor in de landbouwwaarde van deze gronden.

De aanleg en aanwezigheid van de watervangputten (en de eventuele bijkomende electriciteitscabine) hebben verwaarloosbare visuele effecten. Er worden dan ook voor alle onderzochte alternatieven geen directe visuele effecten verwacht. Een gedetailleerde beschrijving van de landschapsstructuur en de visuele karakteristieken werd daarom niet uitgevoerd.

Secundaire effecten op het landschap zijn wel mogelijk als gevolg van de globale veranderingen van de vegetaties.

### **3.4. Effectverminderende maatregelen**

Er werd door PIDPA twee effectverminderende maatregelen voorgesteld, met name de plaatsing van drie stuwen op de Werijsbeek in het aandachtsgebied Marum enerzijds, en het eventueel veroorzaken van een grondwater "lek"waterstroom anderzijds.

Uit het onderzoek blijkt dat het plaatsen van stuwen in een gebied met dergelijke kwetsbare vegetaties een duidelijk effectverminderende invloed heeft bij waterwinningsdebieten tot maximaal 5000 m<sup>3</sup>/dag. Bij hogere debieten is de bereikte waterstandsverhoging evenwel te klein om als effectverminderend beschouwd te kunnen worden.

Plaatselijk optredende vochttekorten (in dit geval m.b.t. de aanwezigheid van waardevolle flora-elementen) zouden kunnen teniet gedaan worden door een lekwaterstroom van grondwater. Vooraleer een dergelijke maatregel te overwegen, dienen de volgende overwegingen zeker geëvalueerd te worden:

- het opgepompte, diepe grondwater zal een andere chemische kwaliteit hebben dan het bovenste grondwater (in b.v. heide-ecotopen) of oppervlaktewater (in b.v. vennen); dit watertype zou b.v. veel rijker aan bicarbonaat kunnen zijn. Het effect van dit "gebiedsvreemd" water op de vegetatiesamenstelling moet onderzocht en beoordeeld worden;

## **4. BEOORDELING VAN DE EFFECTEN**

Met betrekking tot de effectstudie op het biotisch milieu komen globaal twee belangrijke bevindingen naar voor.

Een eerste en meest verrassende vaststelling betreft de vergelijking van de primaire effecten op de flora bij winning met debieten van 10000 m<sup>3</sup>/dag respectievelijk 15000 m<sup>3</sup>/dag. Daar het effectieve huidige debiet gemiddeld 3 à 4.000 m<sup>3</sup>/dag bedraagt (met pieken tot 8.000 m<sup>3</sup>/dag), leek het ons aangewezen in eerste instantie de potentiële effecten van een uitbreiding tot het maximale toegestane debiet (gemiddeld 10000 m<sup>3</sup>/dag) te analyseren. Uit de resultaten van het WAFLO-model

blijkt dat reeds bij winning met een gemiddeld debiet van 10000 m<sup>3</sup>/dag zeer negatieve effecten te verwachten zouden zijn. Plaatselijk zouden 90 % van de zeldzame plantensoorten verdwijnen en tot 80% van de ekotopen zeer grondige vegetatieveranderingen ondergaan. Dit leidt mogelijk tot het verdwijnen van het grootste deel van de typische, watergebonden planten-gemeenschappen en geassocieerde flora- en fauna-elementen (primaire en secundaire effecten), rechtstreeks resulterend in verarming en verlies aan structuurdiversiteit. Uit deze resultaten kwam duidelijk de wenselijkheid naar voor om alternatieven voor te stellen en te onderzoeken.

Een tweede vaststelling betreft de evaluatie van de voorgestelde alternatieven en effectverminderende maatregelen. Globaal werden twee reeksen alternatieven onderzocht om de aangevraagde debietsuitbreiding tot 15000 m<sup>3</sup>/dag te bekomen: (1) wijzigingen in de configuratie van de opstelling van de winningsputten (alternatieven 4b en 4c); (2) spreiding van het geplande debiet (15000 m<sup>3</sup>/dag) over 2 lokaties (alternatieven 5, 6 en 7). De voorgestelde effectverminderende maatregel betreft het plaatsen van 3 stuwen op de Werijsbeek t.h.v. het gebied Marum en de mogelijkheid tot het uitvoeren van een plaatselijke en gecontroleerde lek-waterstroom.

Daar hydrogeologisch onderzoek (R.U.G.) uitwees dat verandering in opstelling van de winningsputten globaal een effectversterking tot gevolg had, werden deze alternatieven (4b, 4c) door ons niet verder onderzocht naar hun effecten op het biotisch milieu.

Kwantitatieve en kwalitatieve analyse toonde enerzijds aan dat waterwinning in het lokatie-alternatief Schietstand (alternatieven 5, 6 en 7) steeds leidt tot een belangrijk verlies van kwetsbare, aan water gebonden plantengemeenschappen in 90% van de onderzochte ekotopen. Deze kwetsbare gemeenschappen omvatten o.a. een rijk gestructureerd hoogveencomplex (uniek voor Vlaanderen) alsook een reeks vennen met uitzonderlijke faunistische waarde. Anderzijds wordt vastgesteld dat debietsspreiding over de lokaties Marum en Schietstand geen positief effect heeft in de aandachtsgebieden Marum, Vossegat en Moerken.

Een gecombineerde waterwinning naar de zone Loenhout vermindert alleszins de effecten in de zone Moerken en Vossegat. De effecten te Marum blijven echter bestaan. De effecten te Loenhout zelf zijn gering.

Verder wordt vastgesteld dat waterwinning met een gemiddeld debiet groter dan 3 à 4000 m<sup>3</sup>/dag (het huidig opgepompte debiet) op de huidige winningsplaats aanleiding geeft tot afpompskegels met aanzienlijke reikwijdte, waardoor steeds biologisch zeer waardevolle gebieden beïnvloed worden. In vergelijking met de invloedssfeer van de beoogde waterwinning is de reikwijdte van de voorgestelde effectverminderende maatregel gering, en resulteert plaatsing van stuwen enkel in een relevante effectvermindering bij debieten tot maximaal 3 à 5000 m<sup>3</sup>/dag.

De mogelijke biotische effecten van het huidig opgepompte debiet (3 à 4000 m<sup>3</sup>/d) zijn niet denkbeeldig maar kunnen niet aangetoond worden met de beschikbare vegetatiekundige gegevens. Het hydrologisch simulatiemodel voorspelde plaat-

selijke waterstands dalingen van 10 à 20 cm, wat in een aantal gevallen (zeer natte heide- en venvegetaties) reeds nadelige effecten zou hebben. Het is onmogelijk op dit ogenblik, na 10 jaar grondwaterwinning, reeds eventuele effecten op fauna-flora vast te stellen (ook niet met piekdebieten van 8.000 m<sup>3</sup>/dag). Het is echter belangrijk de evolutie van het grondwaterpeil, alsook de vegetatie in kwetsbare zones nauwgezet te volgen in functie van het opgepompte debiet. Een jaarlijkse evaluatievergadering tussen de betrokken instanties en op basis van gericht wetenschappelijke onderzoek is in dit oogpunt zeer zinvol. Indien negatieve effecten zich zouden voordoen ten gevolge van de waterwinning, kunnen andere oplossingen gezocht worden. De aanwezigheid van twee winningen laat in elk geval toe, naar de toekomst verder aanpassingen in debietsspreiding te doen, rekening houdend met geconstateerde effecten en de verschillende aanwezige belangen in het gebied.

Wat betreft de effecten op het biotisch milieu kan aldus gesteld worden dat bij de onderzochte lokatie- en debietsalternatieven gesitueerd binnen het Groot Schietveld, enkel beperkte kwantitatieve verschillen optreden. Elke debietsuitbreiding van meer dan gemiddeld 5.000 m<sup>3</sup>/dag binnen het Groot Schietveld zou aanleiding geven tot aanzienlijk verlies aan zeldzame soorten en gemeenschappen in alle onderzochte gebieden, indien de voorspelde grondwaterstands dalingen. Deze veranderingen dienen gewogen te worden in het licht van het in DEEL I,3. geschetste belang van het Groot Schietveld, dat kan beschouwd worden als één van de laatste ongefragmenteerde vochtige heide-restanten in Vlaanderen. Enkel een gecombineerde waterwinning in de zone Marum en Loenhout zou minder nadelige effecten vertonen dan de alternatieven binnen het Militaire Domein. De ecotopen in de zone Loenhout zijn minder waardevol en minder gevoelig voor grondwaterstands daling. Toch geldt ook hier dat hogere debieten dan gemiddeld 5.000 m<sup>3</sup>/d te Marum meer negatieve effecten tot gevolg zouden hebben. Het waterpeil in het kasteelpark (Wuustwezel) zal gecontroleerd dienen te worden bij een debietsuitbreiding naar Loenhout.

Met betrekking tot het menselijk milieu blijkt het directe effect van de voorgestelde debietsuitbreiding op visuele kenmerken (landschap) verwaarloosbaar. De algemene verdroging van de aanwezige vochtige gebieden zal op lange termijn het vegetatiebeeld en dus de landschapsstructuur veranderen. Wat betreft landbouw treden in de lokatiezone Loenhout geen beduidende negatieve effecten op m.b.t. de landbouwwaarde. Integendeel, bepaalde vochtigere zones zullen in landbouwwaarde toenemen.

## Appendix 3.

### Freatofytenlijst van LONDO (1988).

#### Definities:

**Freatofyten (of grondwaterplanten):** plantensoorten (of andere taxa zoals onder-soorten en variëteiten) die in een bepaald gebied in hun voorkomen uitsluitend of voornamelijk beperkt zijn tot de invloedssfeer van het freatisch water of grondwater (inclusief schijngrondwaterstand).

**Niet-obligate (of fakultatieve) freatofyten:** deze soorten kunnen op bepaalde plaatsen ook buiten de invloed van grondwater groeien.

**Afreatofyten:** soorten die voor hun voorkomen niet aan de invloedssfeer van grondwater gebonden zijn.

**Hydrofyten (of waterplanten):** planten waarvan in elk geval de vegetatieve delen zich in normale omstandigheden onder water en/of drijvend op het wateroppervlak bevinden.

#### De verschillende categorieën hydro-, freato- en afreatofyten:

**H:** hydrofyten of waterplanten; plantensoorten waarvan de vegetatieve delen zich in normale omstandigheden onder water en/of drijvend op het wateroppervlak bevinden. Deze soorten vereisen permanent water, hoewel een aantal soorten een korte periode van droogvallen kunnen overleven. Alleen de generatieve delen (bloemen, vruchten) steken bij vele soorten boven het wateroppervlak uit.

**W:** natte freatofyten; soorten die in Nederland voor een goede ontwikkeling en voltooiing van hun levenscyclus (o.a. kieming) (grond)water vereisen welk gedurende een deel van het jaar, ofwel min of meer permanent, ongeveer even hoog als of hoger dan het maaiveld staat in jaren met normale waterstanden. Tot deze categorie behoren onder meer vele moerasplanten (soorten die onder water wortelen maar waarvan de stengels met bladeren grotendeels boven water uitsteken), amfibische soorten (soorten die meestal een deel van het jaar ondergedoken zijn en daarna droogvallen) en allerlei éénjarige soorten waarvan het kiemings-milieu gebonden is aan een recent drooggevalen bodem. Enkele tot W behorende soorten kunnen incidenteel ook buiten de invloedssfeer van het grondwater groeien, evenwel zonder te kiemen. Behoudens deze uitzonderingen kunnen alle soorten van deze categorie gerekend worden tot de obligate freatofyten.

**F:** obligate freatofyten van meestal vochtige bodem, in Nederland uitsluitend groeiend binnen de invloedssfeer van grondwater dat zich in de regel onder het maaiveld bevindt.

**V:** soorten van meestal vochtige bodem die in Nederland hoofdzakelijk of vrijwel uitsluitend groeien binnen de invloedssfeer van grondwater welk zich in de regel onder het maaiveld bevindt. De soorten van deze categorie, alsmede die van de

kategorieën K, P en D behoren tot de niet-obligaat freatofyten.

**K:** kalk-afreatofyten; soorten die in Nederland binnen de invloedssfeer van het grondwater groeien, dat zich in de regel onder het maaiveld bevindt, maar (uitsluitend op kalkrijke bodems in Zuid-Limburg) ook 'droog' kunnen groeien.

**P:** plaatselijke freatofyten; soorten die in een groot deel van hun verspreidingsgebied in Nederland (ook buiten Zuid-Limburg) buiten de invloedssfeer van het grondwater groeien, dat zich in de regel onder het maaiveld bevindt, maar die in bepaalde gebieden wél aan deze invloedssfeer gebonden zijn of voornamelijk daarbinnen voorkomen.

**D:** duinfreatofyten, soorten die in vele milieus in Nederland niet aan de invloedssfeer van het grondwater gebonden zijn (dus afreatofyt zijn), maar die in duin- of andere zandgebieden wél uitsluitend of voornamelijk aan deze invloedssfeer gebonden zijn.

**A:** afreatofyten; soorten die in hun verspreiding binnen Nederland niet aan de invloedssfeer van het grondwater gebonden zijn. Vele soorten kunnen echter wél binnen deze invloedssfeer aangetroffen worden, vaak zelfs in grote aantallen.

**Z:** halofyten of zoutplanten; soorten die alleen in zilte milieus aangetroffen worden. Soorten die naast zilte milieus ook voorkomen (soms incidenteel) in milieus met zoet grondwater zijn bij één der bovenstaande categorieën ingedeeld.

Vet-cursief gedrukte letters H, W, F, V, K, P of D (in de oude lijst van 1975 onderstreepte soorten) duiden aan dat de soort kenmerkend is voor constante (weinig dynamische) en/of relatief oligotrofe (voedselarme) en/of uitwendig kwetsbare milieus, of dat het een relatief zeldzame soort betreft van meer dynamische en/of voedselrijke milieus. Ook in ons land uitgestorven soorten zijn vet-cursief gedrukt.

Hoewel de freatofytenlijst oorspronkelijk voor Nederland is opgesteld, kan hij op verantwoorde manier ook in België, Luxemburg, het aan deze twee landen grenzende deel van noordelijk Frankrijk, het westelijk deel van West-Duitsland, Denemarken en oostelijk Engeland toegepast worden.

## Literatuur.

ANONIEM 1978.

Insecten in het Groot schietveld te Brasschaat : inventarisatie van enkele families.

ANONIEM 1983.

Lichenes. Stencil Werkgroep Groot en Klein Schietveld Brasschaat.

ANONIEM 1987.

Uitgestorven of verdwenen soorten. Stencil Werkgroep Groot en Klein Schietveld Brasschaat.

ARTS T. & H. STIEPERAERE. 1985.

*Riccardia incurvata* Lindb. (Hepaticae) nieuw voor België en Noord-Frankrijk. *Dumortiera* 33: 19-24.

BEEBEE T.J.C. 1977.

Environmental change as a cause of natterjack toad (*Bufo calamita*) declines in Britain. *Biological Conservation* 11: 87-102.

BOTH J.C. & G. VAN WIRDUM. 1981.

Waterhuishouding bodem en vegetatie van enkele Gelderse natuurgebieden. Rapport RIN, Leersum.

BUYSSE M., L. LEBBE & M. VAN CAMP. 1986.

Hydrogeologische studie van de geplande moderniseringswerken aan het Kempens kanaal nabij de Blauwe kei te Mol-Lommel. Rijksuniversiteit Gent, Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie, TGO 84/42.

CLAUS K. 1988.

Inleidende studie tot de ekologie en ethologie van de adder *Vipera berus berus*. Verslag van de verrichtingen tijdens het tweede I.W.O.N.L. mandaat. U.I. Antwerpen. 80 pp.

COECK J. & E. VERHAERT. 1989a.

Landschapsecologische studies in de stroomgebieden van de Grote Nete, de Dijle en de Demer en het opstarten van een operationele effectenvoorspellingsmethode ten behoeve van de B.W.P.'s in deze stroomgebieden. Voororderingsverslag 01.01.1989. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. A.R.O.L.-Bestuur Landinrichting, Dienst Landbouw.

COECK J. & E. VERHAERT. 1989b.

Landschapsecologische studies in de stroomgebieden van de Grote Nete, de Dijle en de Demer en het opstarten van een operationele effectenvoorspellingsmethode ten behoeve van de B.W.P.'s in deze stroomgebieden. Voororderingsverslag 01.04.1989. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. A.R.O.L.-Bestuur Landinrichting, Dienst Landbouw.

COOLSAET D. 1974.

De landschappelijke waarde van de Brasschaatse heide. Forum 4(1): 10-17.

DE BLUST G. 1984.

Werkgroep IV-3, Heiden. In: Water voor Groen. 443-460. Vereniging voor Groenvoorziening v.z.w., Brussel.

DE BLUST G. & L. DENYS. 1984.

Een vegetatie met *Illecebrum verticillatum* L. en *Litorella uniflora* (L.) Aschers. op het Groot Schietveld te Brasschaat (Antwerpen, België). Dumortiera 29/30: 48-53.

DE BLUST G., A. FROMENT, E. KUYKEN, L. NEF & R. VERHEYEN. 1985.

Biologische Waarderingskaart van België. Algemene verklarende tekst. Ministerie van Volksgezondheid en van het Gezin. Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie. Coördinatiecentrum van de Biologische Waarderingskaart. die Keure, Brugge.

DE BOCK P. & T. ARTS. 1983.

Voorlopige inventaris van het militair oefenterrein 'Groot schietveld', dat behoort tot het kamp van Brasschaat. Stencil Werkgroep Groot en Klein Schietveld Brasschaat.

DE BOCK P. & P. MAES. 1985.

Evaluatie van het grasland gelegen op het Groot Schietveld, grondgebied Loenhout. Stencil Werkgroep Groot en Klein Schietveld Brasschaat.

DE CONINCK F. 1957.

Bodemkaart van België, kaartblad 7W Wuustwezel met verklarende tekst. Comité voor het opnemen van de bodemkaart en de vegetatiekaart van België (I.W.O.N.L.), Gent.

DE CONINCK F. 1959.

Bodemkaart van België, kaartblad 16W Brecht met verklarende tekst. Comité voor het opnemen van de bodemkaart en de vegetatiekaart van België (I.W.O.N.L.), Gent.

DE FERRARIS J. 1771-1778.

Kabinetskaart der Oostenrijkse Nederlanden. Koninklijke bibliotheek van België, Gemeentekrediet van België, Brussel.

DE JONG J.F. & H. VAN DER MOST. 1985.

Analyse van uitbreidingsmogelijkheden van grondwaterwinning ten zuiden van Breda. Landschap 2(3): 211-225.

DE MEULDER H. 1985.

Militair oefenterrein 'Groot Schietveld' Brasschaat. Paddestoelen. Stencil Werkgroep Groot en Klein Schietveld Brasschaat.



DENYS L. 1985.

Diatoms from the 'Groot- & Klein Schietveld' at Brasschaat. (Northern Campine, Belgium). Bull.Soc.Roy.Bot.Belg. 118: 29-40.

DENYS L. & D. VAN STRAATEN 1990.

Diatomeeëngemeenschappen van zure heidewaters in de Antwerpse Noorderkempen (België) en hun evaluatie. Diatomedelingen 9: 32-35.

DE PLOEY J. 1961.

Morfologie en kwartaire stratigrafie van de Antwerpse Noorderkempen. Acta Geographica Lovaniensia, Leuven.

DUPONT V. 1982.

Paddestoelen - Groot Schietveld tot en met 1982. Stencil Werkgroep Groot en Klein Schietveld Brasschaat.

ELLENBERG H. 1979.

Zeigerwerte der Gefäszpflanzen Mitteleuropas. 2 Auflage. Scripta Geobotanica IX.

EUROPEES KARTOGRAFISCH INSTITUUT. 1977a.

Gewestplan Turnhout, kaartblad 8/1 Wuustwezel. Staatssecretariaat voor Streekeconomie. Bestuur van de stedenbouw en de ruimtelijke ordening.

EUROPEES KARTOGRAFISCH INSTITUUT. 1977b.

Gewestplan Turnhout, kaartblad 8/5 Brecht. Staatssecretariaat voor Streekeconomie. Bestuur van de stedenbouw en de ruimtelijke ordening.

FAES B. & R. VERHEYEN. 1976.

Waterwildgebieden in Antwerpen, Limburg en N.O.-Brabant. Rapport U.I. Antwerpen, in opdracht van het Ministerie van Landbouw, bestuur van Waters en Bossen.

FAHNER F. & J. WIERTZ. 1987.

Handleiding bij het WAFLO-model. RIN-rapport 87/15. Rijksinstituut voor Natuurbeheer. Leersum.

GEYS J.F. 1975.

De sedimentologie en de morfogenetische betekenis van de oud-pleistocene afzettingen in de Antwerpse Noorderkempen. Doctoraatsthesis R.U.Gent.

GEYS J.F. 1976.

Het oudkwartair in de streek rond Hoogstraten (Noorderkempen). Natuurwetenschappelijk Tijdschrift 59: 197-208.

GIELIS R. 1987.

Ruilverkaveling Poppel. Evaluatie van twee planalternatieven. Deel 5+7: effecten op het landschap; landschapsecologische benadering. Nationale Landmaatschappij, Herentals.

- GREMMEN N. 1984.  
Bijstellen van het WAFLO-model. Intern rapport RIN, Leersum.
- GROOTJANS A.P. 1975  
De invloed van grondwaterstandsaling op de vegetatie in natuurgebieden.  
Rapport Provinciale Planologische Dienst van Drenthe.
- GROOTJANS A.P. & J.G. VAN DER MADE. 1982.  
Waterwinning, natuurbehoud en landbouw in Drenthe. H<sup>2</sup>O (15)13: 331-337.
- GULINCK M. 1966.  
Atlas van België, Hydrogeologie, platen 16A en 16B (+begeleidende tekst).  
Nationaal Comité voor Geografie, Commissie voor de Nationale Atlas, Brussel.
- KEMMERS R.H. & P.C. JANSEN. 1985.  
Hydrologie in relatie tot de beschikbaarheid van vocht en voedingsstoffen voor  
natuurlijke begroeiingen. Cultuurtechn. Tijdschrift 24(4): 195-211.
- LAMBERTS J. & H. VAN DER RIJST. 1988.  
Een oecologische studie aan de adder, *Vipera berus berus* (L.) nabij Ermelo.  
Werkgroep Dieroecologie. Vakgroep Experimentele Zoölogie. K.U. Nijmegen.  
Rapport 283. 45pp.
- LAPS R. & H. VAN BESAuw. 1984.  
Vlinderwaarnemingen op het Groot schietveld te Brasschaat in 1984. Dag-&  
nachtvlinders. Stencil Werkgroep Groot en Klein Schietveld Brasschaat.
- LONDO G. 1975.  
Lijst van de Nederlandse hydro-, freato- en afreatofyten. RIN, Leersum.
- LONDO G. 1988.  
Nederlandse freatofyten. Pudoc, Wageningen.
- MAES P. 1984.  
Voorlopige resultaten van een broedvogelonderzoek op het Groot- en Klein  
Schietveld tussen 1975 en 1982. Stencil Werkgroep Groot en Klein Schietveld  
Brasschaat.
- MEYNEN R., J. GABRIELS & K. VAN KERREBROUCK. 1985.  
Landschapsecologisch onderzoek van de vallei van de Abeek te Meeuwen:  
vegetatie- en impaktenonderzoek van het traject Reppel-Veeweiderloop (bijkomend rapport). Verslag LISEC, Genk.
- MICHIELS N. 1986.  
Libellen op het Groot Schietveld van Brasschaat in 1986.
- MINISTERIE VAN DE VLAAMSE GEMEENSCHAP. 1987.  
Bedrijfsregeling Kamp van Brasschaat. Bossen en natuurgebieden 'Groot

Schietveld'. Houtvesterij Antwerpen.

MINISTERIE VAN VOLKSHUISVESTING, RUIMTELIJKE ORDENING EN MILIEUBEHEER. 1987

Milieu-effectrapportage. Effectvoorspelling. Deel V Planten, dieren en ecosystemen. DOP, 's-Gravenhage.

N.G.I. Nationaal Geografisch Instituut. 1934-1940.

Eénkleurige herdruk van de vooroorlogse 'stafkaart' uitgave 1934-1940, kaartblad 8 (1/40000). Nationaal Geografisch Instituut, Brussel.

PAELINCKX D., D. DE BAERE, G. DE BLUST, H. BERVOETS, R. VERHEYEN. 1986.

Biologische Waarderingskaart van België. Verklarende tekst bij kaartbladen 2 en 8. Ministerie van Volksgezondheid en van het Gezin. Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie. Coördinatiecentrum van de Biologische Waarderingskaart. die Keure, Brugge.

PRESST I. 1971.

An ecological study of the viper *Vipera berus* in Southern Britain. J. Zool. 164: 373-418.

REIJNEN M.J.S.M., A. VREUGDENHIL & H.M. BEIJE. 1981.

Vegetatie en grondwaterwinning in het gebied ten zuiden van Breda. Rapport 81/24, RIN, Leersum.

REIJNEN M.J.S.M. & J. WIERTZ. 1984.

Grondwater en vegetatie: een nieuw systeem voor kartering en effectenvoorspelling. Landschap 1(4): 261-281.

RUNHAAR J. 1989.

Toetsing ecotopensysteem: relatie tussen de vochtindicatie van de vegetatie en grondwaterstanden. Landschap 6(2): 129-146.

SANDERS D. 1988.

Opstellen van beheersformules voor reptielen en amfibieën. Deel 3. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Administratie voor Ruimtelijke Ordening- Dienst Natuurbehoud. U.I.Antwerpen.

STIEPERAERE H. & K. FRANSEN. 1982.

Standaardlijst van de Belgische vaatplanten, met aanduiding van hun zeldzaamheid en socio-oecologische groep. Dumortiera 22: 1-41.

STRYCKERS J. & R. VERHEYEN 1978.

Onderzoek van de waterrijke gebieden in de Antwerpse Kempen ten behoeve van het grondwaterbeleid en natuurbehoud. Terrestrisch ecologisch onderzoek toegepast op natuurbeheer (F.K.F.O.). Rapport 9. U.I.Antwerpen.

STULENS H. 1989.

De vergassingsproblematiek van vochtige heidevegetaties; onderzocht in de Kalmthoutse Heide. Licentiaatsthesis U.I. Antwerpen.

STUMPEL A.H.P. 1983.

Reptielen. in: Natuurbeheer in Nederland. 2. Dieren. Pudoc, Wageningen. 299-320.

STUDIECOMMISSIE WATERBEHEER- NATUUR, BOS EN LANDSCHAP. 1988.

Water boven water. Studieresultaten 1983-1987. 132p.

THOEN C. 1985.

Opstellen van beheersformules voor reptielen en amfibieën. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Administratie voor Ruimtelijke Ordening- Dienst Groenbeheer. U.I.Antwerpen. 30pp.

UDO DE HAES H.A., G.J. BAAIJENS & H.W.J. VAN DIJK. 1980.

Drinkwaterwinning en natuurbehoud: conflicten en mogelijkheden tot integratie. *H<sup>2</sup>O* (13)19: 441-448.

VAN DER MAAREL E. 1976.

De winning en aanvulling van grondwater: ecologische gevolgen. *H<sup>2</sup>O* (9)26 : 533-542.

VAN HECKE A. & F. HORDIES. 1978.

Herpetofaunistisch rapport 1978 'Groot Schietveld van Brasschaat'. BNVR-werkgroep herpetofauna.

VAN HECKE A. & F. HORDIES. 1985.

Gedrag en leefgewoonte van de adder *Vipera berus berus* in Noord-België (periode 1977-1984).

VAN HUYLEBROECK G., P. VAN OMMESLAEGHE & L. MARTENS. 1986.

Een methode voor de evaluatie van ruilverkavelingen. Rapport n° 8 deel II: toepassing op de ruilverkaveling Nieuwmoer. Seminarie voor landbouweconomie. R.U.Gent.

VAN LOOKEN H. 1985.

*Dactylorhiza sphagnicola* (Höppner) Soo en Campine anversoise. *Dumortiera* 33: 36.

VANMAERCKE-GOTIGNY M.C., M. MUYS, E. PAULISSEN, J. VANDENBERGHE, P. DE SMEDT. 1978.

Regionale Fysische Geografie. Cursus Beroepsvervolmaking Fysische Aardrijkskunde K.U.Leuven.

VAN STRAATEN D., G. DE BLUST, A. SCHNEIDERS & D. DE BAERE. 1990.

Methodologie van de milieu-effectbeoordeling : partim fauna en flora. In: Milieu-effectbeoordeling : verwachtingen en methodologie. Studiedag Ecolas.

VAN VESSEM J. & E.KUYKEN. 1986.

Overzicht van de voorgestelde speciale beschermingszones in Vlaanderen voor het behoud van de vogelstand (EG-richtlijn 79/409/EEG, 2 april). Instituut voor

Natuurbehoud, Hasselt.

VAN WIRDUM G. 1980.

Eenvoudige beschrijving van de waterkwaliteitsverandering gedurende de hydrologische kringloop ten behoeve van de natuurbescherming. In: HOOGHART J.C. Waterkwaliteit in grondwaterstromingstelsels. Uitgave Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO, Den Haag. pp. 118-143.

VAN WIRDUM G. 1981.

Linking up the natec subsystem in models for the water management. In: Committee for Hydrological Research TNO, Water Resources Management on a Regional Scale; Proceedings and Informations 27, Proceedings of Technical Meeting 37 (November 1980). p. 108-128.

VERHEYEN R.F. 1971.

Het natuurwetenschappelijk belang van het Militair kamp van Brasschaat. Verslagen over de fauna en de flora. Stencil R.U.C.Antwerpen.

VOETBERG K.S. 1979.

Enkele hydrologische problemen in natuurgebieden. WLO-mededelingen 6(3) : 3-5.

WIERTZ J. 1981.

MER-waterwinning : ecotopen of vegetatie karteren? WLO-Mededelingen 8(2): 59-62.